



Charles E. Kellogg



MEDITERRANEAN JOURNAL

1947

APPENDIX II

Contains pedological
guide books and other
statements for southern
France and Algeria and
a guide book to the
Rothamsted experimental
fields.

CONGRÈS INTERNATIONAL DE PÉDOLOGIE

DE MONTPELLIER - ALGER

MAI 1947

Organisé par l'Association Française pour l'Etude du Sol

3, rue de Penthievre - PARIS (8^e)

Programme et Renseignements
ayant trait au Congrès de Montpellier
(Jeudi 1^{er} Mai - Jeudi 8 Mai)

CAUSSE
GRAILLE
CASTELNAU
— Imprimeurs —
MONTPELLIER
— 1947 —

J. F. Correia da Silva
Observations and conjectures on
the formation and nature of the
And of Indonesia. Trans. Am.
Philos. Soc 1811



CONGRÈS INTERNATIONAL
DE PÉDOLOGIE
DE MONTPELLIER - ALGER
MAI 1947

CONGRÈS INTERNATIONAL DE PÉDOLOGIE

DE MONTPELLIER - ALGER

MAI 1947

Organisé par l'Association Française pour l'Etude du Sol
3, rue de Penthievre - PARIS (8^e)

*Programme et Renseignements
ayant trait au Congrès de Montpellier
(Jeudi 1^{er} mai - Jeudi 8 mai)*

SOMMAIRE:

- A. — *Renseignements généraux.*
Avis à MM. les Congressistes.
Avant-Propos.
Comité de Haut-Patronage.
— central d'organisation.
— d'organisation du Congrès de Montpellier.
- B. — *Le cadre physique, biogéographique, agronomique du Congrès.*
I. — Aperçu géographique, par P. MARRES.
II. — Esquisse géologique, par G. DENIZOT et M. DREYFUSS.
III. — Le tapis végétal et ses rapports avec les sols, par J. BRAUN-BLANQUET.
IV. — Considérations générales sur l'Agronomie, par J. BORDAS.
Annexe: Le canal d'irrigation de Gignac, par L. DELLENBACH.
V. — Les crus viticoles de la région, par J. BORDAS.
- C. — *Le programme et les itinéraires.*
I. — Horaire du programme.
II. — Description des itinéraires et des sols rencontrés, par J. BRAUN-BLANQUET, J. BORDAS, P. MARCELIN, P. MARRES, SUSPLUGAS.

A.- Renseignements Généraux

Avis à MM. les Congressistes

MM. les Congressistes sont informés des dispositions suivantes:

- 1° Une permanence est assurée au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences, Palais Universitaire, rue de l'Université, terrasse du premier étage, à droite;
- 2° La séance d'ouverture a lieu dans la salle des fêtes de l'Université, au Palais Universitaire;
- 3° Les séances de travail ont lieu à la Faculté des Sciences, Palais Universitaire, salle des Mathématiques (première cour, deuxième étage à droite).

AVANT-PROPOS

Le principe du Congrès actuel a été adopté au cours d'une réunion interalliée, tenue à Moscou en Juin 1945.

La Pédologie, ou Science du sol, est une discipline jeune, en plein développement. Elle a un intérêt manifeste dans les circonstances actuelles, où l'organisation de la production mondiale est à l'ordre du jour. Une réunion ayant pour but la discussion d'un certain nombre de problèmes d'ordre scientifique ou pratique a paru opportune. Le Bassin méditerranéen est à cet égard particulièrement favorable. En aucun autre point, la gamme des types de sol n'est aussi étendue. D'autre part, dans cette région d'antique civilisation, la documentation historique représente un élément d'intérêt puissant. Enfin, pédologues, phytogéographes, forestiers et agronomes y ont travaillé avec succès et ont à leur actif des réalisations qu'il importe de mettre en relief.

MM. les Ministres de l'Agriculture, de l'Education Nationale, de la France d'Outremer et des Affaires étrangères ont bien voulu accorder leur haut patronage au Congrès.

Le présent fascicule a pu être édité grâce à la collaboration dévouée d'un certain nombre de personnalités scientifiques et une généreuse subvention du Conseil général de l'Hérault.

Le Comité d'Organisation du Congrès exprime à toutes ces personnalités, sa profonde gratitude.

Comité de Haut-Patronage

MM. LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE

—	—	L'EDUCATION NATIONALE
—	—	LA FRANCE D'OUTRE-MER
—	—	AFFAIRES ETRANGERES.

Comité Central d'Organisation

- Président* M. A. DEMOLON, membre de l'Institut, président de l'Association française pour l'Etude du Sol.
- Vice-présidents* MM. OUDIN, directeur de l'Ecole Forestière de Nancy.
COMBES, professeur à la Sorbonne, directeur de l'Office de la Recherche Scientifique coloniale.
- Secrétaires généraux* MM. LENGLEN, secrétaire général de l'Association Française pour l'Etude du Sol, membre de l'Académie d'Agriculture.
BOISCHOT, correspondant de l'Académie d'Agriculture, directeur de la Station d'Agronomie de Versailles.
- Membres* MM. AUBERT, ingénieur agronome, directeur de Laboratoire à l'Office de la Recherche scientifique coloniale.
CHEVALIER, membre de l'Institut, professeur au Museum d'Histoire Naturelle.
GUINIER, directeur honoraire de l'Ecole Forestière de Nancy, correspondant de l'Institut, membre de l'Académie d'Agriculture.
JORET, directeur de la Station Agronomique d'Amiens, correspondant de l'Académie d'Agriculture.
LEMOIGNE, professeur à l'Institut Pasteur, membre de l'Académie d'Agriculture.

Comité d'organisation du Congrès de Montpellier

MM. ARRIGHI, ingénieur du Génie rural, à Arles.

BÉNÉVENT, professeur de géographie à l'Université d'Aix-Marseille.

BORDAS, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de la Station de recherches agronomiques d'Avignon.

BRAUN-BLANQUET, directeur de la Station internationale de géobotanique, directeur technique de la Carte des Groupements Végétaux de la France.

BUCHET, inspecteur général de l'Agriculture, Directeur de l'Ecole nationale d'agriculture de Montpellier.

CERIGHELLI, professeur de botanique appliquée à la Faculté des sciences de Marseille.

CHOUX, professeur de botanique à la Faculté des sciences de Marseille.

CORROY, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Marseille.

DELLENBACH, ingénieur en chef du Génie rural, Montpellier.

DENIZOT, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Montpellier.

DREYFUSS, assistant de géologie à la Faculté des sciences de Montpellier.

DROUINEAU, directeur de la Station de recherches agronomiques d'Antibes.

EMBERGER, directeur de la Carte des Groupements Végétaux de la France, professeur de botanique à la Faculté des sciences de Montpellier.

FABRE, ingénieur en chef du Génie rural, Nîmes.

GÈZE, professeur de géologie à l'Ecole nationale d'agriculture de Montpellier.

GODARD, directeur de la Station bioclimatique de Montpellier.

KUHNHOLTZ-LORDAT, professeur de botanique à l'Ecole nationale d'agriculture de Montpellier.

LONG, inspecteur de l'Agriculture, Marseille.

MARCELIN, conservateur du Musée d'histoire naturelle de Nîmes, chargé de recherches du Central national de la recherche scientifique.

MARRES, professeur de géographie à la Faculté des Lettres de Montpellier.

MAUME, professeur de chimie à l'Ecole nationale d'agriculture de Montpellier.

MOLINIER, agrégé de l'Université, docteur ès sciences, professeur au Lycée Thiers de Marseille.

NOURRIT, ingénieur en chef du Génie rural, Avignon.

PRIOTON, conservateur des Eaux et Forêts, Montpellier.

REYNAUD, ingénieur en chef du Génie rural, Marseille.

SUSPLUGAS, professeur de botanique et matière médicale à la Faculté de pharmacie de Montpellier.

TALLON, directeur de la Réserve de la Camargue, attaché de recherches du Central national de la recherche scientifique, Arles.

TROCHAIN, maître de conférences de botanique coloniale à la Faculté des sciences de Montpellier.

B. — Le cadre du Congrès

I. — Aperçu géographique

L'objet de la présente étude est de dégager les caractères géographiques des divers pays parcourus par les Congressistes dans le Bas-Languedoc et la région du Bas-Rhône en mettant l'accent sur les aptitudes agricoles de leurs terroirs.

LE CLIMAT, FACTEUR D'UNITE

Sur l'ensemble des pays traversés par les excursions, règne un climat qui lui confère une unité et qui joue un rôle majeur dans la formation des sols. Il se caractérise d'abord par les longues sécheresses qui freinent l'évolution des sols et assurent la conservation des sols squelettiques, ensuite par la violence des vents qui mobilisent les particules fines sur les surfaces tabulaires (plateaux et terrasses) pour les plaquer contre les versants abrités où elles introduisent des éléments exotiques par rapport aux sols en place, enfin, par les pluies diluviennes bloquées sur le début de l'automne ou le début du printemps qui peuvent laisser dans le pluviomètre jusqu'à 200 mm. en plaine (229 mm. à Montpellier les 26 et 27 septembre 1933, en 9 heures). La lame d'eau au pied de la montagne, comme à Valleraugue, au bas du Massif de l'Aigoual, peut dépasser 500 mm. en une journée (950 mm. le 28 septembre 1900). Ces quantités de pluie se répartissent en fait en quelques averses seulement d'une violence inouïe. A Montpellier, les 26 et 27 septembre 1933, les 229 mm. ont été précipités par quatre averses: l'une d'entre elles a donné 33 mm. en un quart d'heure.

Les effets mécaniques de ces déluges ont pour résultat de creuser des ravines profondes sur les pentes, d'entraîner les sols en voie de formation, de rafraîchir, par les éboulis que les eaux sauvages font rouler, les sols d'éboulis situés plus bas et en voie d'évolution, d'où la persistance des faciès squelettiques.

Ces abats d'eau se produisent après d'interminables sécheresses. En juillet-août 1933, le total des pluies avait été de 4 mm. 6 pour une température moyenne de 23°8, une insolation totale de 720,4 heures, un état hygrométrique moyen de 54, une évaporation totale évaluée à 445 mm, 6. Une telle intensité d'évaporation explique la remontée des solutions qui circulent dans les sols, la précipitation des sels en surface et la formation des croûtes.

Toutefois, il convient de noter que le Bas-Languedoc constitue un secteur assez humide dans l'ensemble de la région méditerranéenne. Si la période de sécheresse qui s'étend, en fait, de mai à septembre, lui confère un caractère nettement méditerranéen, automnes, hivers et printemps sont assez humides et élèvent la tranche annuelle de pluie à 754 mm. (1873-1900) à Montpellier; à Saint-Martin-de-Londres, à 25 km. de Montpellier, au cœur de la zone des garrigues, à 965 mm.; à Bédarieux, au voisinage de l'écran de la Montagne des Caroux, à 1054 mm. (1891-1900). La lame d'eau dépasse un mètre sur la montagne languedocienne (1510 mm. à Fraisse-sur-Agout), sur le plateau de climat déjà océanique de l'Espinouse (1877-1902); le Caylar, à la bordure du Larzac, à 1221 mm., et pour M. Gaussen, 1300 mm., la Séranne, le Saint-Guiral, à 1500 à 2000 mm., et, d'après le même auteur, il y a 2309 mm. (1896-1932) à l'Aigoual, où l'on dénombre 220 jours de brouillard par an. A Montpellier, de septembre à juin, on décompte 86 jours de pluie sur un total de 106 (1876-1900), soit un jour sur trois environ; au Caylar, 83 jours pour la même période sur un total annuel de 97 jours.

Cette humidité correspondant à une moyenne thermique basse, favorise, sinon la respecte, l'évolution des sols. Si l'on utilise la formule d'Emberger pour déterminer le quotient pluviothermique (1):

$$\frac{P \times 100}{2 \left(\left(\frac{M + m}{2} \right) (M - m) \right)}$$

Montpellier, avec un quotient de 80, se place dans l'étage méditerranéen subhumide, pas très loin de la frontière du climat méditerranéen humide. La montagne languedocienne (Espinouse, Larzac, Aigoual, Cévennes) appartient à une zone qui est déjà en dehors de la limite du climat méditerranéen.

Il convient dans cet ensemble du Bas-Languedoc de distinguer divers *types* de pays qui s'étagent de la mer à la montagne: les plaines littorales, les bas plateaux, généralement calcaires, appelés *garrigues*, la montagne enfin.

(1) P = Pluviosité annuelle.

M = moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m = moyenne des minima du mois le plus froid.

I. — Les plaines littorales

Les plaines littorales se présentent sous deux aspects, les *paluds*, les *craus* (1).

A. — LES PALUDS: PETITE ET GRANDE CAMARGUE

En arrière d'un littoral formé d'un lido de sable, ourlé de lagunes peu profondes (1 m. à 1 m. 60) s'étend une bande plus ou moins large de terres palustres, coupées, en Petite Camargue, où ce paysage prend tout son développement, de longues traînées sablonneuses qui émergent des marais: ce sont d'anciens cordons littoraux; ils présentent, à un niveau supérieur à celui de la mer, une nappe d'eau douce qui imprègne le sous-sol et assure, l'été, le maintien de la végétation. Ils portent des bosquets de pins parasols et ont été conquis par d'importants vignobles: ce sont de véritables usines à vin. Dans la commune du Grau-du-Roi, cinq domaines totalisent un million de pieds; dans celle d'Aigues-Mortes, quatre grandes exploitations occupent 43 pour cent de la surface de ces traînées de sables. Le Mas de Quincandon couvre 330 hectares. Le Grand et le Petit Chaumont ont 300 hectares chacun.

Le cordon littoral ou lido sur lequel se sont édifiées de petites dunes, porte, lui aussi, quand on a nivelé les dunes, de grands vignobles qui ont été constitués parfois par de grandes sociétés, comme celui de Villeroi encépagé de Piquepoul, entre Sète et Agde, propriété de la compagnie des *Salins du Midi*. Les ceps s'abritent des embruns et des vents salés derrière de hautes haies de roseaux, ou alternent avec elles. Pour paralyser l'action du vent qui mobiliserait le sable et déchausserait les ceps, on pratique *l'enjonquage* ou *paillage*: on répand des joncs de marais que l'on implante avec un rouleau à disque qui les hache en les enfonçant et tout nouveau labour est interdit, jusqu'à ce que la vigne ait poussé d'une mesure suffisante pour que le vent soit brisé par ses rameaux.

(1) Le terme de *crau*, commun à l'est du Rhône pour désigner des étendues caillouteuses et sèches, a été encore utilisé, postérieurement à 1894, par le géologue P. G. de ROUVILLE, dans *l'Hérault géologique*, 2^e partie, *Atlas de l'Anatomie descriptive du Territoire de l'Hérault*. (Aut. L. Combes, Montpellier).

Des railways Decauville s'allongent à travers les grands vignobles pour acheminer la vendange vers les immenses chais pourvus de machines et d'ateliers; ceux de Jarras au sud d'Aigues-Mortes peuvent loger 10.000 hectolitres.

Chaque mas occupe en permanence 15 à 20 ouvriers et, souvent, davantage. Les bâtiments d'exploitation sont groupés autour d'une cour rectangulaire. La maison du maître lui tourne le dos et s'ouvre sur un parc ou jardin d'agrément. La cave occupe un des grands côtés du quadrilatère: c'est la partie vitale; elle est équipée de moteurs électriques qui actionnent les norias, les conquets, où l'on verse la vendange, les foulo-pompes et les pressoirs. Le chef caviste est logé dans deux ou trois pièces aménagées dans un coin de la cave. Le hangar aux machines qui abrite les charrues, les instruments pour couper les jones et que surmonte le dortoir des journaliers, regarde la demeure du maître. Face à la cave, c'est la maison du *bayle*, pourvue d'une vaste cuisine où mangent les ouvriers; elle est attenante à l'écurie que coiffe le grenier et que précède la remise aux charrettes. Souvent, une bergerie avoisine le mas; jadis, elle occupait un des côtés de la cour; elle a été transformée en cave depuis la reconstitution du vignoble. Elle est le témoignage d'un genre de vie agricole disparu, fondé sur la culture des céréales et sur l'élevage.

Les marais qui s'étalent entre les cordons littoraux permettaient l'entretien de *manades* de taureaux et de chevaux et de troupeaux de moutons. Les dépressions salées que l'évaporation de l'été met à sec et fendille, que la pluie de l'hiver détrempe, sont peuplées de touffes clairsemées de plantes adaptées au sel, les Salicornes: c'est l'*engane* et la *sansouire* étincelante d'efflorescences salines; sur les bords exondés d'une façon permanente, mais au sol salé, ce sont des touffes de *Tamarix*. Ces étendues servaient de terrains de parcours. On profitait de l'été pour faucher les roseaux (*Phragmites*) et les Triangles (*Cyperus longus*) de l'étang d'eau douce: ils fournissaient l'alimentation et la litière des moutons et servaient à la confection des cabanes ou des clayonnages pour les pêcheries des étangs salés. Les parties les plus profondes des dépressions sont occupées par des nappes d'eau douce stagnante, comme le Scamandre, ou salées, comme les étangs voisins du littoral. La culture de la vigne a mordu sur les terres fortes en bordure de la région des marais, depuis l'ouverture du canal de Beaucaire à Aigues-Mortes en 1811; il fournissait l'eau douce nécessaire au dessalement du sol entre Beaucaire et St-Gilles.

Un genre de vie original, fondé d'une part sur l'exploitation des lagunes et des ressources de la mer et d'autre part sur celle du vignoble du lido, dont le sable capte facilement la chaleur et permet la production du raisin de table primeur, complète l'économie de ces terres palustres. La pêche, à l'étang, des loups et mulets l'été, des crabes en mars-avril et novembre, des anguilles en toute saison, assure au pêcheur d'intéressants profits et le nourrit pendant l'hiver. Le pêcheur se fait alors volontiers chasseur de canards, de sarcelles, de pluviers, de vanneaux, de râles (*Foulques-macroules*, connus dans ces pays sous le nom de *macreuses*); cette chasse garde parfois le caractère d'une pêche, comme celle du canard que l'on prend avec des filets disposés en nappes horizontales sur l'étang et dans les mailles desquels l'oiseau s'empêtre pour fouiller le fond. Jadis, les populations misérables de ces plaines palustres travaillaient aux Salins de Peccais, voisins d'Aigues-Mortes, qui ravitaillaient en sel non seulement la France du Sud-Est et le Massif Central, mais même la Savoie.

Le vignoble de plage, souvent propriété des pêcheurs fournit le Chasselas expédié, dès la fin de juillet, par milliers de paniers. La location aux baigneurs de leur habitation ou d'une partie de leur habitation complète la gamme des ressources des pêcheurs au Grau-du-Roi, comme à Palavas. Sur les bords de l'Etang de Thau, ce genre de vie mixte fondé sur la viticulture et l'exploitation de l'Etang a pris la forme originale des élevages marins, mytiliculture et ostréiculture pratiqués en parcs, à Bouzigues, notamment.

Les caractères de paysage et de genre de vie décrits ci-dessus à propos de la Petite Camargue se retrouvent en Grande Camargue, au delà du Petit Rhône, c'est-à-dire en terre provençale: mêmes paysages d'eaux mortes, comme l'étang de Vaccarès, long de 12 km., large de 7 km., couvrant 4.000 hectares de marais herbus, d'*enganes* peuplées de *Salicornes* et de Tamarix, de *sansouires* étincelantes d'efflorescence de sel et salines, comme les Salins de Giraud, en bordure desquels se dresse un paysage industriel inattendu, de hautes cheminées d'usines, de cités ouvrières créées par deux sociétés, la *Compagnie industrielle de Produits chimiques d'Alès, Froges et Camargue*, propriétaire d'un domaine de 16.000 hectares dont elle extrait le sel marin, le chlorure de magnésium, le brome et le potassium et, à côté, les usines *Solvay*, qui fabriquent le carbonate de soude en partant du sel marin.

Les cordons littoraux qui s'allongent entre le Vaccarès et la mer ont été sectionnés en chapelet d'îlots, les *radeaux*, couverts d'un maquis touffu de Genévriers de Phénicie qui atteignent des propor-

tions arborescentes exceptionnelles; certains mesurent 28 mètres de haut et 2 mètres de diamètre. Ce maquis abrite un sous bois épais, peu pénétrable, de Lentisques, de Filaires, de Cistes.

L'ensemble du Vaccarès et des *radeaux*, des anciennes salines de Badon et de Vignolle, constitue une zone de 15.000 hectares qui a été soustraite à l'exploitation humaine, pour devenir une réserve naturelle, comme, en montagne, les parcs nationaux; elle est gérée par la *Société nationale d'acclimatation de France*; elle est devenue le paradis des castors, des aigrettes, des ibis, des grues, des cigognes, des flamants, etc.

Au Nord du Vaccarès, les zones basses occupées par les marais (Grand Mar, marais de Rousty, de Saliers), remplis d'eau douce amenée du Rhône par des canaux ou *roubines*, envahies par les roselières ou par des prés palustres, sont séparées par des traînées de sol alluvial absolument dépourvu de coquilles, ancien bras de divagation du Rhône ou *ségonnoux* qui coupent en écharpe la Camargue et que suivent des roubines. L'endiguement du fleuve a toutefois paralysé le colmatage naturel. Les *lônes* ou levées naturelles qui accompagnent les bras du Rhône et que renforcent des digues, les bords des roubines, sont peuplés de beaux arbres, peupliers blancs, ormes, frênes et saules: les mas entourés de vignes, de prés, de labours, se pressent sur ces bandes alluviales, et les routes s'y sont établies.

La pointe du delta est conquise entièrement par un vignoble à grand rendement: 16.000 hectares ont été conquis à la culture sur les 80.000 hectares de la Grande Camargue: 8.000 en blé, 5.500 en vignes et 2.100 en prairies. L'eau puisée au Rhône, à partir de 1836 à l'aide de pompes à vapeur, déversée dans les roubines, sert à la dessalure et à la submersion annuelle de 50 jours à l'automne pour empêcher le retour du *salant* et mettre le vignoble à l'abri du phylloxéra; les prairies naturelles et artificielles ont profité largement des installations hydrauliques du vignoble camarguais.

B. — LES CRAUS

Au Nord de la zone palustre, la plaine littorale est essentiellement constituée de sables argileux pliocènes, comme dans la plaine qui s'allonge de Lunel à Montpellier, entre Vidourle et Mosson, assez bien pourvus de calcaire, mais pauvre en azote et acide phosphorique et potasse; les ruisseaux qui s'alimentent à la garrique les ont découpés en lourdes croupes aux abords de Montpellier; de riches résidences que signalent de beaux parcs formés de pins

d'Alep parsèment cette campagne. Souvent ces terres de sables argileux sont recouvertes par des nappes de cailloutis de quartz cévenol emballés dans un limon rouge; elles sont étalées au pied de la garrigue sous forme de véritables glacis (environs de Saint-Georges d'Orques et, à l'ouest de Montpellier, entre le Lez et la Mosson, entre la garrigue de la Paillade au Nord, et Saint-Jean de Védas au Sud) ou bien, entre Lunel et Montpellier, sous la forme d'une terrasse pétrie de cailloutis quartziteux roulés par un bras pliocène du Rhône.

Ce terroir maigre, appelé au Moyen-Age, *gress*, aux environs de Montpellier, porte des cépages de choix; le *Téret Noir* y a fait, jadis la renommée des vins de St-Georges; le *Carignan* donne, sur les sols de cailloutis, des vins de qualité. On pourrait désigner ce terroir sous le nom de *Craus*.

LA COSTIÈRE DE SAINT-GILLES

Entre Vauvert et Beaucaire, ces terroirs acquièrent une originalité vigoureuse: c'est la *Costière*, plateau de 40 km. de long sur 10 km. de large, aplanie dans sa partie orientale, où elle s'étale sous la forme d'une table de 65 mètres d'altitude que domine, en terrasse, le Rhône et la Petite Camargue; vers l'Ouest, elle se hausse à 90 mètres et constitue une plateforme plus élevée, le plateau de Garons. Vers le Sud-Ouest, cette plateforme est bossuée de collines qui atteignent 120 et même 144 mètres, au Puech Cocon, et encerclent Générac, Beauvoisin, St-Gilles et Vauvert; elle est ravinée de valats qui descendent au Vistre.

Des dépressions sans écoulement s'ouvrent dans la partie orientale de la *Costière*, de Jonquières-St-Vincent, la plus vaste, qui couvre 1200 hectares, de Campuget; celle de Manduel-Redessan a été captée par le Buffalon, affluent du Vistre; celle de Balandran, par la *reculée* de Bellegarde. Ces dépressions sont dues, soit à un affaissement du substratum profond calcaire et karstique, soit à un affaissement des sables pliocènes astiens, au-dessus des marnes pliocènes plaisanciennes, qui freinent la descente des eaux et expliquent leur humidité et la persistance, jadis, du vaste étang de Jonquières St-Vincent. La couverture de ce plateau est faite de cailloutis en majorité siliceux de quartzite libres en surface, le *gress* rougeâtres, emballés dans un argile sang de bœuf, le *gapan*, agglomérés en profondeur en un poudingue qui affleure parfois en surface: *taparas*, mais sous couverture de loess.

La partie orientale de la *Costière* est assez découverte; les bois d'Yeuses ne subsistent plus qu'autour des mas; là où le poudingue affleure, c'est la steppe à thym.

Dans la partie occidentale, les bois ont résisté davantage: les chênes verts et chênes pubescents dominent avec un sous-bois touffu de genêts d'Espagne, de cistes, d'arbousiers; des pinèdes de pins Pignons à sous-bois de genêts d'Espagne forment des colonies étendues (Bois de Broussan) et envahissantes.

La vigne a conquis en Costière tous les terroirs de cailloutis, à l'exception des *taparas* et des plaques de loess cultivées en céréales et parfois en racinés. Le morcellement, lors de la vente des biens nationaux entièrement boisés de la partie occidentale, a permis aussi l'invasion de la vigne. Les cultures maraîchères ont pris possession des dépressions humides, comme celle de Jonquières.

Le vignoble de Costière tire sa valeur de l'aridité des cailloutis de *gress* qui exaltent les vertus de la *Clairette de Bellegarde*. La petite propriété de moins de 10 hectares, qui bénéficie d'institutions coopératives, l'emporte. La dispersion des parcelles y est la règle; le moindre petit exploitant tenant à avoir des vignes à Chasselas pour raisins de table, des cépages mélangés pour les vins de consommation courante et des vignes à Clairette.

La population vit groupée; la dispersion (11 pour cent en moyenne) des maisons ne s'élève que dans le Sud-Ouest (Vauvert), où les défrichements et les sources ont permis l'essaimage de mas à bâtiment unique abritant à la fois l'habitation, la cave, l'écurie, la remise, qui ont succédé à un habitat auxiliaire et temporaire, le *mazet*, et qui appartiennent à de petits propriétaires récents. Loin des villages, des grands domaines anciens qui occupent jusqu'à 65 personnes groupent leurs bâtiments d'exploitation autour d'une cour, au centre de laquelle s'élève une vieille fontaine qui, souvent, n'est plus utilisée, l'eau étant fournie en abondance par un puits artésien soigneusement abrité dans une petite construction en ciment armé. Ils ont conservé de vastes bergeries, survivance d'une économie qui tirait parti des troupeaux transhumants, et le plus souvent transformées et aménagées en caves (Mas Broussan, Mas Moline).

PLAINE ALLUVIALE DE L'HÉRAULT

Nous retrouvons ces terroirs de cailloutis siliceux sur la terrasse qui accompagne le cours de l'Hérault dans la plaine alluviale d'Aniane-Gignac. Le fleuve a déblayé une large vallée, en aval des gorges calcaires de St-Guilhem. Cette vallée correspond à une zone de subsidence affaissée entre les garrigues à l'Est, la Montagne Noire Orientale à l'Ouest, le Larzac au Nord. Elle a été remblayée

par des formations lacustres oligocènes en amont, puis par des molasses miocènes vers l'aval.

Dans le bassin d'Aniane-Gignac, une faille marque le contact, au Nord, entre les garrigues jurassiques qui s'étalent au pied du Larzac et la plaine; vers l'Est, les calcaires lutétiens s'engouillent brusquement en s'inclinant vers la plaine. Les bas versants qui l'encadrent sont constitués de marnes jaunes oligocènes. Le déblaiement de ces marnes s'est fait par étapes, que scandent des surfaces étagées, collines à sommet aplani (couronnées de pins, comme à Aniane) et terrasses encombrées de cailloux roulés calcaires parfois cuirassés en poudingues. Ces versants et surfaces marneux sont habillés d'olivettes mêlées de vigne.

L'exploitation des olivettes joue un rôle intéressant d'appoint dans l'économie de ce bassin, non seulement pour l'huile destinée à la consommation locale, mais pour la confiserie d'olives qui alimente un commerce assez important, à Aniane, à St-Jean de Fos.

Dans cette dernière localité, on peut exploiter pour la poterie, une argile jaune fournie par une importante lentille logée dans la masse de la nappe alluviale quaternaire et qui ravitaillait, jadis, une importante industrie artisanale de céramique (jarres pour huiles et vins, tuyaux de drainage); un autre gîte, situé dans les marnes tertiaires, au contact de la faille, donnait une argile bleue destinée à la fabrication de produits plus grossiers (tuiles, briques, carrelages).

L'Hérault a étalé dans la plaine ainsi éventrée, à travers les marnes oligocènes, une nappe de cailloutis siliceux, granitiques notamment, venus de l'Aigoual et aux éléments parfois volumineux au débouché des gorges. Aux dépens de ce matériel de remblaiement, le fleuve a dégagé une terrasse de 15 à 20 mètres, entamant le soubassement des marnes oligocènes; cette terrasse, pratiquement horizontale sur la rive gauche, l'est beaucoup moins sur la rive droite: les cailloutis ont noyé une topographie irrégulière, laissant réapparaître le substratum marneux oligocène, voire même les calcaires éocènes, entre St-Jean-de-Fos et Lagamas; le matériel alluvial s'incline en glaciais de piedmont de Saint-André-de-Sangonis à St-Saturnin.

D'autre part, la nappe alluviale caillouteuse n'est pas uniforme sur la rive gauche. La toponymie du cadastre de la commune d'Aniane souligne des différences: au débouché des gorges, l'Hérault a d'abord étalé ses cailloutis, comme sur un delta torrentiel, les éléments les plus grossiers d'abord, d'où le terroir voisin du fleuve, dit de *Palédasses*, c'est-à-dire de palets, de gros calibre, plus

loin des éléments moins volumineux, *Claveliers* (*Clavels*: cailloutis), puis des sables et des limons. Les affluents venus de la garrigue vomissaient sur les côtés de la plaine des glacis de cailloutis calcaires anguleux, à stratification torrentielle, demeurés suspendus en lambeaux de terrasses au-dessus de la terrasse de l'Hérault proprement dite (nappe au-dessus du confluent du ruisseau de Saint-Jean et des Corbières au Jougarel dans la commune d'Aniane).

L'alluvionnement de l'Hérault proprement dit a laissé subsister des angles morts, aux terres argileuses, d'où le nom de « Lac » de certains terroirs. Le ruissellement sur les versants de marnes oligocènes a enrichi, au pied des pentes, la nappe alluviale de cailloutis siliceux en éléments argilocalcaires donnant les meilleurs terroirs (Le Grange).

Dans l'ensemble, la terrasse d'Aniane-Gignac constitue un terroir de « *graves* », si bien que certains tènements voisins de la tranchée de l'Hérault portent le nom de *Garrigues*. Au XVIII^e siècle déjà, la terrasse caillouteuse était couverte de vignes. C'est sur les coteaux et terrasses de marnes oligocènes que l'on cultivait le blé, en culture mêlée, comme sur les coteaux de l'Ombrie, dans des champs plantés ou bordés d'oliviers.

Les rendements moyens du vignoble ne dépassent pas 45 hectolitres à l'hectare sur ces graves. L'indice d'aridité de ces terres caillouteuses explique que le vignoble se trouve bien de l'arrosage assuré par un canal d'irrigation, dit *Canal de Gignac*, destiné, après la crise du phylloxera, à développer des cultures fourragères et utilisé pour les jardins locaux et les cultures maraîchères pratiquées, en grand, depuis 1941, pour l'approvisionnement de Montpellier, sous le nom de *cultures vivrières* de Gignac, grâce à la main-d'œuvre de soldats annamites démobilisés.

Ces médiocres terroirs sont partagés entre de petits propriétaires. En 1937, pour 878 hectares plantés en vignes dans la commune d'Aniane, on dénombrait 498 déclarants; 76 % d'entre eux sont groupés en une coopérative qui vinifie la moitié de la récolte de la commune; un seul des coopérateurs avait 195 hectolitres en cave.

Les vigneronns de cette plaine sont groupés en gros villages; Saint-Jean-de-Fos a 1.100 habitants, Aniane a 2.000 habitants, Gignac, 3.000. Beaucoup de villages de la plaine de l'Hérault dont le nom se termine en *ac* ou en *an* (Gignac, Popian, Vendémian, Plaisan, Campagnan) paraissent tirer leur origine d'un *fundus* gallo-romain, établi au contact de la plaine et de la garrigue qui leur assurait des terrains de parcours pour les troupeaux d'ovins, du

bois et, parfois, même, comme dans les Bernagues d'Aniane, des terrains communaux propres à la culture du blé et qu'on allotissait entre les familles.

LA CRAU PROPREMENT DITE

Le paysage de cailloutis s'imposera à l'attention des congressistes, avec un caractère d'obsession, en dehors du Bas-Languedoc, à l'Est de la Camargue, en Crau (Crau d'Arles).

Cette plaine a été construite par la Durance qui, avant de suivre son tracé actuel, a vomi par le Pertuis de Lamanon une immense nappe de cailloux en majorité siliceux, qui s'incline et s'enfonce sous les alluvions fines de la Camargue; elle couvre 200 km² et forme un véritable désert de cailloux, *coussouls* beurrés d'un sol rouge, peu épais, facilement décapé et balayé par le mistral. Ces étendues ne s'animaient, jadis, que l'hiver, parcourues par des troupeaux d'ovins, *mérinos* dits d'Arles, nombreux encore (300.000 têtes), qui gagnent, l'été, par voie ferrée, les alpages de l'Oisans ou du Briançonnais.

Le canal de Craponne creusé au XVI^e siècle, puis celui des Alpines, a permis l'irrigation de la bordure de la Crau; au pied des olivettes de la région de Salon, se multiplient les vergers et arbres fruitiers, les jardins maraîchers; les cultures fourragères même s'étendent dans les zones irriguées. Les eaux d'irrigation apportent, en effet, de fines particules limoneuses silico-calcaires, le *nite*, qui viennent recouvrir le sol rouge initial et colmater la nappe caillouteuse.

Toutefois une circulation d'eau très active existe dans la masse de la nappe caillouteuse; les eaux infiltrées affleurent en marécages, en Basse-Crau, sur le pourtour de la nappe caillouteuse. Cette nappe caillouteuse ne s'est pas déposée dans une dépression au relief uniforme: dans la partie centrale existe une sorte de plateau souterrain où la molasse miocène affleure et où l'eau apparaît à une profondeur de 0 m. 30 à 3 mètres (Etang d'Entressen). De part et d'autre de ce plateau, l'épaisseur des alluvions caillouteuses augmente (7 à 8 m., parfois 15 à 20 mètres), correspondant à deux thalwegs souterrains oblitérés suivant lesquels des sous-écoulements des eaux de la Durance ont lieu: sur 200 points, on pourrait ramener à la surface ces eaux captives pour irriguer une région correspondant à deux ou trois domaines, mais privées des qualités que l'on reconnaît aux limons duranciens et de température basse (12 à 17°).

2. — La Garrigue

La *garrigue* constitue l'élément le plus original de la région. Ce sont de bas plateaux calcaires nivelés aux dépens d'une structure plissée dont le Pic Saint-Loup (633 m.), muraille aux strates verticales, constituant la retombée Nord d'un bombement plus vigoureux que les autres, représente un témoin épargné par l'érosion. L'altitude de ces bas plateaux se tient souvent dans la région aux environs de 280 m., notamment entre Saint-Martin-de-Londres et la plaine d'Aniane. Ils sont chevauchés par des bosses plus coriaces à l'érosion, qui se haussent à 400 et même 500 mètres.

Les rivières, très rares, s'y creusent des gorges indifférentes à la structure, comme les cluses de la Mosson et du Lez, à travers la cloison des garrigues de la Paillade et du Plan-des-Quatre-Seigneurs, aux abords de Montpellier, comme le canyon du Gardon qui écorne la garrigue de Nîmes, comme la tranchée que l'Hérault a creusée sur 25 kms, de Brissac à Aniane, et au fond de laquelle on peut saisir le mécanisme de l'érosion tourbillonnaire (marmites de fée). Des sources parfois vauclusiennes, comme la Clamouse, débouché d'une magnifique salle souterraine, près de l'issue des gorges, rejoignent en cascade la rivière et animaient jadis des moulins.

De grosses sources jaillissent encore à la périphérie de ces plateaux, comme celle du Lirou et, surtout, celle du Lez, dont une partie des eaux est acheminée par aqueduc jusqu'à Montpellier.

Dans l'étendue aplanie des garrigues s'ouvrent de larges bassins tapissés de marnes jaunâtres en général, bons terroirs de culture: bassin crétacé de Ganges, séparé de celui de St-Bauzille-de-Putois par l'îlot brachyanticlinal du Thaurac, scié en gorge héroïque par l'Hérault et où l'érosion souterraine a évidé le dédale de galeries et de salles constellées de stalagmites et de stalagtites de la *Grotte des Demoiselles*; cuvette lacustre synclinale de Saint-Martin-de-Londres; bassins perpendiculaires aux directions structurales, isolés les uns des autres par des cloisons dissymétriques de calcaire lutétien ou jurassique, correspondant à des escarpements de faille ou à des *cuestas* mises en saillie par l'érosion au-dessus des matériaux tertiaires tendres de Grabels, Montarnaud, Argeliers, La Boissière.

Les bassins sont parfois le résultat d'une inversion de relief, comme la modeste boutonnière de Mortiès au Sud de l'arête du Pic

Saint-Loup, où on a tenté des sondages pétrolifères pour atteindre le Trias sous l'Infralias qui affleure au fond de la cuvette d'érosion, ou dans la combe dédoublée de la Vaunage, voisine de Nîmes, éventrée dans les marnes infracrétacées par un affluent du Vidourle.

La garrigue se présente souvent, comme dans la Gardiole, sous la forme d'une brousse épineuse, basse, à Chênes Kermès, ou d'une lande désolée à Asphodèle, à Thym et à Brachypode rameux, comme les garrigues de Saint-Georges.

Dès qu'on s'éloigne des villes de la plaine, la garrigue s'habille de bois taillis de chênes verts auxquels se mêlent, vers les 300 m., des chênes pubescents. Quand la roche est dolomitique, des arbousiers au tronc de feu s'éparpillent dans les taillis. C'est le cas des plateaux qui dominent les gorges de l'Hérault, des plateaux de Puéchabon et de Viols-le-Fort. Le chêne vert développe ses racines, longues parfois de plusieurs mètres, dans les fissures de la roche feutrée de terre rouge. Les marnes des bassins de garrigue ondulent parfois sous le manteau sombre des pins d'Alep qui, après les coupes ou les incendies, font place à une lande de romarin et de bruyère multiflore, comme dans les bassins au Nord de Montpellier. Ces pinèdes sont souvent englobés dans de grands domaines appartenant à la bourgeoisie montpelliéraine et font le charme de ces résidences; les pins peuvent être gemmés, comme à Fontfroide.

Les bassins sont en général envahis par la vigne qui y donne des vins colorés, riches en alcool et fruités; on les appelait autrefois *vins de montagne*.

Jadis, l'économie agricole de ces bassins était associée à l'exploitation de la garrigue. Les bois servaient de pacages. Ils fournissaient la litière de buis utilisée ensuite comme engrais, des glands (*euzines*) pour la nourriture des porcs, des baies comestibles, comme les arbruses et les sorbes, du bois de chauffage (droit d'esplêche). L'écorçage des chênes verts pour les besoins de la mégisserie assurait, encore en 1914, une part importante des revenus des paysans de Saint-Guilhem-le-Désert.

Certaines communautés, comme Viols-le-Fort, Puéchabon avaient une économie pseudo-forestière. A Puéchabon, les revenus des bois communaux (coupes, charbonnage, écorçage) étaient, en 1836, suffisants pour dispenser les habitants du paiement des impositions locales. Des verreries du XVI^e à la fin du XVII^e siècle étaient installées dans les garrigues. Enfin, on exploitait les plantes à essence (thym, lavande-aspic et même le romarin). Il n'est pas jusqu'au genévrier oxycèdre, appelé vulgairement *cade* qui ne fut utilisé. On en tirait, par distillation, une huile précieuse pour soi-

gner les plaies et maladies de peau; elle entre à notre époque dans la fabrication du savon hygiénique *Cadum*. Sur ces terroirs marneux le romarin, en fleurs de l'automne au printemps, puis le *Dorycnium suffruticosum* assuraient une apiculture prospère; le miel dit de Narbonne était un miel de romarin que produisait aussi nos garrigues.

La garrigue était en outre une réserve de terres pour les petites gens qui y ouvraient une *défriche* pour y planter vigne, oliviers, amandiers et qui l'entouraient d'une muraille faite des pierres provenant de l'épierrement; ces pierres constituent encore d'énormes amas ou *clapas* accumulés au centre des pièces défrichées. On s'en servait aussi pour édifier des cabanes circulaires coiffées d'une voûte à encorbellement formant coupole: elles servaient d'abri non seulement contre le mauvais temps, mais pour entreposer temporairement les modestes récoltes de ces clos, comme les *capitelles* des environs de Nîmes.

Ici la garrigue a été farouchement défrichée à la suite d'usurpations pratiquées aux dépens du communal. Elle s'est revêtue d'une parure de pierres qui dessine un puzzle de cases d'où jaillit une forêt d'arbres plantés par l'homme, arbres fruitiers (oliviers, amandiers) ou arbres destinés à lui procurer de l'ombre et à faire la joie de ses yeux (pins et cyprès).

240.000 ovins transhumants (caussenards) hivernent sur les garrigues entre l'Ardèche et l'Hérault, fournissent surtout des agneaux de boucherie de 6 à 8 mois. L'exploitation des bois a été livrée à des charbonniers espagnols et italiens. Il a fallu le blocus de 1940 à 1944 pour que l'exploitation de la garrigue reprenne: glands, baies pour l'alimentation, bois pour les gazogènes, écorce pour la tannerie, plantes à essence pour la parfumerie et la pharmacopée.

La population des garrigues a une médiocre densité: 12,6 et 19,5 habitants au kilomètre carré, dans les cantons de Saint-Martin-de-Londres et Matelles; sur la table des garrigues boisées servant de socle au Pic Saint-Loup, la densité fléchit à 2,1. La population se groupe généralement dans les bassins, soit en mas dispersés, comme dans le bassin de la Boissière, au contact des bois et pacages de la garrigue et des terres de labour des bassins, soit en gros bourgs voisins d'une résurgence, comme le curieux village des Matelles, aux rues couvertes de porches profonds, étape sur une importante *draille*, piste des troupeaux transhumants.

Les seules localités importantes sont au contact de la garrigue et de la montagne, comme Ganges, petit centre industriel de bonneterie de soie.

3. — La montagne

Le Bas-Languedoc est dominé par deux types de montagne, la montagne calcaire et la montagne cristalline: le Causse et la Cévenne.

A. — LE CAUSSE

Le Causse est, dans la zone parcourue par les congressistes, essentiellement le Larzac séparé des Causses satellites, de Campestre et de Montdardier, par la tranchée profonde et sinueuse de la Vis. Le développement des concavités des méandres encaissées a abouti à la résection d'un des pédoncules de lobe convexe, d'où l'abandon par la rivière de la concavité de méandre que forme l'impressionnant cirque de Navacelle s'ouvrant brusquement à 300 m. au bas de la surface du Causse.

Ce dernier présente une topographie chaotique de houle pétrifiée avec ses curieuses dépressions fermées circulaires ou elliptiques appelées *sot* (pluriel *sotch*) tapissées de terre rouge et où se réfugient les cultures; elles tranchent par la tonalité rouge vif, verte ou blonde suivant le calendrier agricole des labours d'automne à la moisson sur la livrée blanchâtre ou grisaille du Causse.

L'originalité de la topographie du Larzac méridional réside dans l'existence d'une dépression allongée sur 6 kilomètres, de Saint-Maurice à Saint-Pierre-de-la-Fage, vallée asséchée, qui a conservé son matériel d'alluvions siliceuses venues du massif cristallin du Saint-Guiral, puis karstifiée et constituant un véritable polje.

Des bois de chênes pubescents, nombreux sur le Causse de Campestre, quelques taillis de hêtres fréquents sur le Plateau de Guilhaumard, à l'Ouest du Caylar, sont les seuls témoignages d'une végétation primitive, décimée dès les lointains dolméniques, mais ne parviennent pas à voiler l'âpreté de ces solitudes caussenardes; des mesures de protection ont pourtant permis aux marges occidentales du Larzac la reconstitution d'une futaie de hêtres, La Fagette (commune du Viala-du-Pas-de-Jaux).

Toute l'économie de ces Causses est fondée sur l'élevage des brebis laitières dont le lait (60 à 100 litres par an et par bête), transformé en fromage dans des laiteries industrielles, est affiné dans les caves célèbres de Roquefort, aménagées dans l'éboulis gigantesque au flanc du Cambalou, butte témoin détachée du

Larzac. La peau des agneaux, sacrifiés dès 10 semaines, ravitaille l'industrie de la mégisserie pour les besoins de la ganterie de Millau. Une partie des grands domaines de la partie méridionale du Larzac est louée comme pacages d'été à des troupeaux transhumants du Bas-Languedoc.

LA CEVENNE — L'AIGOUAL

La montagne cristalline est la Cévenne. Elle s'élève non sans brusquerie au-dessus des bas plateaux de garrigues, jaillissant de 300, 400 m. à 1.200, 1.300 mètres d'altitude moyenne et dominant la surface des Causses de 400 à 500 mètres.

La Cévenne est essentiellement constituée par des micaschistes ou des schistes à sérinite lardés de filons de quartz souvent minéralisés, mais elle est précédée vers le bas pays par une zone de terrains sédimentaires primaires; les calcaires cambriens (géorgiens) donnent des reliefs vigoureux, débités parfois en pains de sucre et qui dominent de leurs pentes inclinées des vallées en V où s'accroche un maquis dense d'yeuses et de pubescents.

Avec les micaschistes, c'est une végétation fournie où la châtaigneraie à sous-bois de genêts à balais monte jusqu'à 800 mètres. Souvent elle a été clairière pour pratiquer des cultures, abandonnées par la suite, et de grandes pièces de landes de genêts à balais ou de genêts purgatifs, ou de bruyères habillent les pentes d'or ou de mauve suivant leur saison au moment de leur floraison. Les fougères envahissent les cultures qui s'accrochent à un replat autour des hameaux qui s'isolent à portée de fusil, hameaux lâches formés généralement de 3 groupes séparés de maisons aux hautes façades et dont l'étage supérieur, aux fenêtres droites, était, jadis la magnanerie: maigres cultures de seigle, de pommes de terre et de vesces. Souvent les pentes ont été aménagées en terrasses qui sont plantées de vignes en hautain et de mûriers taillés bas.

Le long des talwegs se coulent des prairies piquetées de pommiers. Leur nappe verte tapisse les têtes des vallons affluents des *valats*, zébrée par les rigoles d'irrigation qui s'abreuvent à un *gourgo* (bassin de terre battue) ou un *boutado* (bouto: barrique), où s'accumule l'eau du torrent dérivée par un *béal*. Vers les 800 m., la hêtraie s'empare des pentes. Elle constitue l'essence dominante du massif granitique de l'Aigoual, 1.567 mètres, et du massif satellite du Lingas et du *Saint-Guiral* (1408-1440), dont il est séparé par la haute vallée de la Dourbie. Le hêtre se hisse jusque sur les cimes battues par les vents.

De magnifiques massifs forestiers d'arbres plusieurs fois centenaires constituant la belle forêt des Oubrets sur le versant Nord-Ouest de l'Aigoual, drapant l'ubac de la vallée de la Brèze, et la forêt de Miquel, entre Dourbie et Trévezel, témoignent de la vigueur de la sylvie primitive; mais de très bonne heure, les pasteurs de la fin du Néolithique ont détruit la hêtraie sur les surfaces aplanies du massif pour s'assurer des pacages d'été à leurs troupeaux transhumants, créant une prairie pseudo-alpine, à *Nard raide*, à sol acide.

Aux sources de la Dourbie, sur le vaste plateau du Lingas, vers 1.200, 1.300 mètres, s'étendent de vastes pacages au sol tourbeux, les *molières*, portant quelques bouquets de hêtres sur les gibbosités un peu plus élevées. Les abus forestiers, les coupes à blanc étoc destinées à alimenter les verreries et les fonderies de plomb argentifère suivies d'abus pastoraux, achevèrent, au XVIII^e siècle et dans la première partie du XIX^e la ruine du massif forestier qui ne couvrait plus que 2.200 hectares en 1850. Un effort remarquable de reboisement, conduit par le forestier Georges Fabre, en collaboration, sur le plan scientifique, avec le botaniste Charles Flahault, qui créa, à l'Hort-de-Dieu, un arboretum, a permis d'habiller les pentes envahies par la lande à genêts et callune, parfois absolument dénudées et sauvagement tailladées par l'érosion torrentielle, d'un magnifique manteau forestier de 7.200 hectares. Les reboisements ont été faits avec des essences mélangées, Epicéa, Sapin, Mélèze, Pin sylvestre, Pin Laricio, Pin noir, Pin à crochet, Cembro, Douglas. S'ajoutant aux lambeaux de forêts épargnées, ils constituent un ensemble forestier de 9.000 hectares environ. L'Epicéa a particulièrement réussi et fait la beauté du Lingas et St-Guiral habillés d'une belle forêt mélangée. Par contre, les Pins noirs sont asphyxiés par l'enneigement, tandis que le Hêtre a bénéficié largement de cette restauration, s'implantant partout où l'ombre lui est ménagée par les résineux du reboisement, se maintenant seul sur les crêtes, dans les cols battus par les vents, sur les points exposés au givre et à la neige. A l'ombre des hêtraies, dans l'humus forestier, prospèrent, à la saison, des colonies de cèpes.

Le massif de l'Aigoual est devenu une grande réserve forestière qui fournissait, en 1930, 17.000 mètres cubes de bois. Les paysans locaux qui étaient, jadis, des délinquants endurcis se sont transformés en bûcherons dociles. L'Aigoual est devenu aussi un centre touristique. Le hameau de L'Espérou accueille chaque été, dans ses hôtels, des estivants, et leur offre, l'hiver, en raison de l'importance et de la durée de l'enneigement (46 jours), de magnifiques glacis de ski.

4. — Les centres urbains

Deux villes dont la population oscille autour de 100.000 habitants chacune, coordonnent les relations entre montagne, garrigue et plaines: Montpellier et Nîmes.

MONTPELLIER

Montpellier est né tardivement, pas avant le X^e siècle sur une colline haute de 40 mètres, faite de sables pliocènes reposant sur un niveau marneux susceptible d'alimenter des puits qui assurèrent le ravitaillement en eau de la ville jusqu'au XVIII^e siècle. Au pied de la colline, le petit fleuve côtier, le Lez, au début bien alimenté par une source vauclusienne, pouvait porter des barques; il se jetait dans une lagune, communiquant avec la mer par le Grau de Cauquillouse; celle-ci était assez profonde pour servir de port à Montpellier jusqu'au XV^e siècle.

La ville a été d'abord une étape, une route de pèlerinage: le Chemin *Roumieu*, sur le tracé duquel se calque encore le chapelet des rues de la Vieille-Aiguillerie, du Collège, la rue Jacques-Cœur, la Grand'rue, la Saunerie, l'avenue Gorges-Clémenceau. A proximité de cette artère, le vieux sanctuaire de Sainte-Marie-de-Montpellier, appelée *Notre-Dame-des-Tables*, en raison des tables des changeurs qui entouraient la place où elle se dressait (place Jean-Jaurès actuelle), devint le centre d'une place de commerce international méditerranéen qui bénéficia de l'incorporation de la ville dans le royaume de Majorque. Une université célèbre par ses études de droit et surtout médicales assura, jusqu'à nos jours, le renom de la ville. C'est sur les pentes Nord de la colline que se groupèrent et que se groupent encore les établissements et fondations universitaires, dont un Jardin des Plantes, créé en 1598, le premier en date des jardins botaniques français.

Par la création du port de Sète (fin du XVII^e siècle) relié à Montpellier par le canal des Etangs et par le Lez canalisé, Montpellier chercha à perpétuer son rôle commercial, en décadence depuis le XV^e siècle, et qui portait sur l'importation des laines que les marchands de Montpellier faisaient filer et tisser par les montagnards du Gévaudan. Elle devint, à la même époque, une ville de résidence dont témoignent les beaux hôtels qui cachent l'ordonnance classique de leurs cours ornées de colonnades ou d'escaliers majestueux

derrière de lourdes portes cochères et, surtout, sa belle promenade, de style classique, du Peyrou, avec son élégant château d'eau où aboutit le grand aqueduc qui donne à boire à la ville.

Ville d'art qui s'enorgueillit d'un très beau musée (Musée Fabre) [1], ville de science, Montpellier dirige, sur le plan scientifique, l'économie viticole du Bas-Languedoc, grâce à l'enseignement et aux laboratoires de son Ecole Nationale d'Agriculture, dont les travaux sont vulgarisés par trois revues viticoles; c'est aussi une ville de tourisme qui attire l'hiver les étudiants étrangers, bien située à 12 kilomètres de la mer, à 100 kilomètres du sommet de l'Aigoual.

Une part majeure de sa population est immigrée, gavauds de Lozère, caussenards et aveyronnais des Ségalas.

NIMES

Nîmes est à la fois ville languedocienne et ville rhodanienne. Elle est aussi une capitale cévenole, comme en témoigne l'attrait qu'elle exerce sur les montagnards protestants de la Cévenne qui composent une part importante de sa population. Elle est née au pied de la garrigue, là où jaillissait une source importante et sacrée, la Fontaine, lieu de convergence des pistes de transhumance. Elle devint une étape de la route romaine, voie domitienne, qui courait d'Italie vers l'Espagne où s'édifia une colonie de vétérans égyptiens, comme en témoignent le palmier et le crocodile de ses armes: la Maison Carrée, les Arènes témoignent de la splendeur de cette vieille cité gallo-romaine.

Après l'éclipse du Moyen Age, l'industrie de la soie permet sa renaissance au cours du XVIII^e siècle; elle se développe en direction du Sud-Est, vers la plaine du Vistre, ce qui rendit nécessaire un plan d'urbanisation, auquel attacha son nom l'architecte Mareschal qui aménagea le beau Jardin de la Fontaine. Le facteur industriel favorisé par la proximité du bassin houiller d'Alès, par les relations ferroviaires qui se soudent à Nîmes (ligne de la rive droite du Rhône vers Le Teil — ligne de Nîmes à Paris par l'Auvergne, à travers les Cévennes) explique la vitalité de Nîmes dont la population ouvrière s'emploie dans les manufactures de confections et de chaussures.

(1) Ajouter le Musée Atger, de la Faculté de Médecine et le Musée des Moulages de la Faculté des Lettres.

Cité huguenote, Nîmes a gardé le souci des problèmes de l'esprit; ses sociétés scientifiques demeurent très actives, aussi bien son *Ecole antique* que sa *Société d'étude des Sciences Naturelles*, qui a pour siège l'important *Museum d'Histoire Naturelle*. Elle y a attiré le siège social de la *Société Spéléologique de France*.

Comme Montpellier, elle est aussi ville de tourisme, qui attire les amateurs de courses de taureaux; elle est le point de départ des circuits touristiques vers le Pont du Gard, Uzès, Aigues-Mortes Saint-Gilles, la Camargue, les Saintes-Maries-de-la-Mer.

II. — Esquisse géologique

La région que doit parcourir le Congrès se répartit, dans ses grandes lignes, en zones étagées, de plus en plus anciennes et de plus en plus élevées, depuis la zone côtière, seule à présenter une importante extension des formations récentes, jusqu'au rebord du Massif Central: ici, les plus vieilles roches constituent les sommets, dont l'Aigoual est la plus saillante.

Le socle anté-cambrien est surtout caractérisé à l'Ouest, où le gneiss de l'Espinouse est subordonné aux premières couches cambriennes et y figure en galets. Autour de l'Aigoual, les schistes métamorphiques de Valleraugue s'élèvent jusque dans le Cambrien.

Ces terrains sont pénétrés par des masses granitiques, dont celle de l'Aigoual est considérable, s'élevant à plus de 1.500 m.: granite porphyroïde, à grands cristaux d'orthose.

Ces roches cristallines donnent des terres argilo-sableuses, facilement humides, avec une aptitude forestière marquée.

—o—

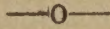
Les revers de ces masses cristallines sont garnis de schistes coupés de gros bancs de calcaire ou dolomie: série du Cambrien, ici assez complète, mais localisée dans la région du Vigan. On la retrouverait bien mieux développée à l'Ouest, avec le magnifique cambrien de la Montagne-Noire, où les calcaires et dolomies prédominent à la base, et les schistes au sommet, avec de beaux horizons fossilifères. De ce même côté, la série primaire continue par des schistes siluriens et calcaires dévoniens, qui n'affleurent pas suivant l'itinéraire du Congrès.

Ces terrains, avec la base du Carbonifère inconnue ici, ont été impliqués dans l'orogénèse hercynienne: ils ont été découpés en plis aigus avec écaillés chevauchantes, orientés à l'Est-Nord-Est, avec des accidents transversaux. Des dépressions ainsi créées furent transformées en bassins limniques, où se sont accumulées les formations houillères du Carbonifère supérieur, notamment à Graissessac; et du Permien inférieur, bien développé à Lodève.

Les rejeux tectoniques ont accompagné ces dépôts, en suite de quoi la chaîne définitivement constituée a été l'objet d'une dénudation intense: à son pied se sont accumulés des amas détritiques,

grès et poudingues avec schistes bariolés, souvent rouges. Ces formations, très importantes à Lodève, passent du Permien au Trias.

Ce Trias évolue ensuite en lagune de précipitation: il s'est constitué une masse d'argile gypsifère, avec cargneules et faciès bréchi-formes. On y trouve un peu de pétrole à Gabian.



Une nouvelle série de couches comprend le Jurassique avec le Crétacé inférieur: ses affleurements, s'ils ne sont pas complètement dénudés sont le domaine des *terres rouges*. Pauvre pays pour la culture et la forêt, et où la broussaille règne souvent.

Sur un horizon gréseux et des dolomies à débit polyédrique, le Jurassique inférieur ou Lias comprend des bancs calcaires, puis des marnes schisteuses noires: ses affleurements sont assez limités.

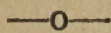
Le Jurassique moyen présente une puissante succession d'assises marno-calcaires avec grosses masses de dolomie, notamment dans sa partie basale: ainsi à Bédarieux et à Saint-Guilhem. Le Jurassique supérieur tend au calcaire très compact gris, puis blanc, avec aussi de la dolomie. Ces assises entourant les reliefs anciens, s'étalent en outre vers le Nord-Ouest, restées subhorizontales mais affectées de failles, constituant les plateaux des *Causses*: les dépendances du Larzac arrivent assez près de Montpellier. Par contre, autour de cette ville, ces mêmes assises sont affectées de déformations vigoureuses et localisées, dont il sera question plus loin: certains de leurs témoins, comme la Gardiole, sont enclavés dans les affleurements tertiaires.

En même temps, autour de Montpellier, la série se continue sans incident par les marno-calcaires du Crétacé inférieur. Plus loin, vers Nîmes, ce Crétacé se complète par l'assise calcaire puissante de l'Urgonien, roche compacte blanche qui donne son relief à la vallée du Gardon.

L'ensemble de ces territoires, plus coupés et à topographie heurtée, d'ailleurs de moindre altitude moyenne que les Causses, constitue les *garrigues*: on y rencontre les bois-taillis de chênes verts, dans les points les plus typiques.

Il manque autour de Montpellier toute la partie moyenne du Crétacé, et même une bonne partie de la supérieure. Dans cette lacune se place la formation de la Bauxite, roche alumineuse pauvre en silice, ferreuse ou non, et, suivant cette condition, rouge ou blanche, qui, à l'Ouest, tapisse souvent la face Jurassique en la pénétrant en poches. C'est une formation éluviale, telle que les latérites tropicales actuelles, résidu des marnes, surtout infracrétaci-

ques, détruites au cours de cette émergence prolongée. C'est l'équivalent fossile de nos « Terres rouges », sous d'autres conditions climatiques. La bauxite est très importante dans un grand bassin, de Villeveyrac à Cazouls-les-Béziers, où elle simule un banc continu; aussi à Bédarieux; elle se retrouve en poches isolées près de Montpellier.



Avec ou sans Bauxite, les assises précédentes ont été partiellement recouvertes par du Crétacé supérieur transgressif, mais qui ne montre guère ici que ses couches terminales devenues lacustres. Cette sédimentation calcaire coupée de poudingues, grès et argiles, se localise d'abord dans le grand bassin de Villeveyrac et au sud de Montpellier, sans constituer de relief notable. Elle se continue au Tertiaire durant l'Eocène, et aboutit à une nouvelle assise de calcaire lacustre qui, dans l'ensemble, se déplace vers le nord: elle constitue des collines assez considérables sur une bande de terrain, depuis la vallée de l'Hérault par Montarnaud et Grabels et au Nord-Est de Montpellier.

C'est après ce dernier calcaire que se place la phase tectonique principale, qui a repris tous les terrains antérieurs: cette phase fait partie de l'orogénèse alpine. Elle est surtout sensible dans l'allure des terrains secondaires, découpés en un faisceau d'anticlinaux dissymétriques poussés au Nord, passant localement à des écaillés chevauchantes: au Sud, le chaînon de la Gardiole, entre Montpellier et Sète; au centre, les plis du Jurassique de Montpellier, et du Crétacé de la Garrigue nimoise; au Nord, avant la zone faillée précédant les terrains anciens, les anticlinaux du Saint-Loup et de Viols-le-Fort.

En suite de cette orogénèse, la région change tout à fait de caractère. D'abord, au cours de l'Oligocène, il se crée, au sein de la zone plissée et d'une façon qui paraît très irrégulière, des effondrements où s'installent des bassins séparés: celui de Montpellier, celui de Sommières et maint autre, avec extension plus continue vers le Nord-Est, du côté d'Alès. Le remplissage de calcaires et marnes avec argiles et poudingues fait la transition entre l'état antérieur et le nouveau, qui sera marqué par la transgression de la mer miocène. En effet, la Méditerranée tertiaire, à la fin de l'Oligocène, ne faisait que toucher le territoire de Montpellier et, de l'autre côté du Rhône, le rivage de Carry; sitôt après, cette mer envahit une large partie du bassin du Rhône, jusqu'à passer en Suisse (et de là en Autriche). Les couches calcaréo-sableuses du Miocène dénom-

mées « molasses », ont une extension importante et un grand intérêt agricole : elles constituent la plaine de Montbazin, et la basse vallée de l'Hérault sous les alluvions quaternaires. Elles constituent aussi le tréfonds de la Crau, et reviennent à l'affleurement sur les collines, entre celle-ci et l'Etang de Berre.

Un mouvement général de la mer, sans doute eustatique pour ce qui en est d'essentiel, a fait émerger toute la région en fin du Miocène, d'où creusement de vallées dont la principale est celle du Rhône. Un retour, non moins général, au Pliocène, a provoqué la submersion marine de ces vallées; jusqu'à la cote + 150 ou 180 m., et le dépôt d'argiles bleuâtres à faune marine, puis de sables mixtes où l'on trouve les Mammifères de Montpellier: ils sont couronnés de cailloutis, qui indiquent le triomphe des apports fluviaux.

En dehors de cette évolution eustatique, les couches pliocènes ont encore subi des déformations appréciables: ailleurs, elles ont été surélevées, ici, au contraire, elles montrent un affaissement qui se coordonne autour du Golfe du Lion. Ainsi voit-on ce Pliocène, dans la zone côtière montpelliéraine et la Costière de Nîmes, s'abaisser doucement et passer sous la mer actuelle. Ce mouvement s'est accompagné de cassures, dont l'une est visible à Vauvert. De même la Crau est constituée, pour sa partie Nord-Ouest, par le Pliocène, qui passe sous les cailloutis quaternaires constituant le reste de ce pays.

L'importance de ces dislocations est corroborée par celle que prennent, à partir du Miocène, les éruptions volcaniques basiques, telles que l'Escandorgue. Ces éruptions se sont continuées par la suite, et c'est à une date avancée du Quaternaire qu'il convient d'attribuer le volcan d'Agde, et les venues basaltiques de Montferrier et autres, auprès de Montpellier.

Ajoutons que les affleurements dont il vient d'être question, à partir du Crétacé supérieur, sont le domaine des *Terres jaunes*: elles peuvent donner de bons substratums à l'agriculture, dès que l'eau s'y trouve en quantité convenable, naturelle ou artificielle.

—o—

Un caractère essentiel du relief autour de Montpellier et de Nîmes est l'apparence d'une surface topographique, de hauteur moyenne entre 150 et 300 ou 400 m.: cette surface se détache en contrehaut de la zone côtière déprimée et en contrebas des reliefs constitués, soit à l'extrémité de la plateforme par les plateaux des Causses, soit enclavés dans elle avec des sommités comme le Pic St-Loup.

Ce ne sont d'ailleurs pas, comme on a pu le croire, des surfaces horizontales autour de quelques cotes privilégiées: les éléments aplanis se coordonnent en une vaste plateforme qui est, en soi, passablement accidentée, dans l'ensemble ascendante à partir de la zone côtière; et son individualité apparaît par contraste avec le relief incomparablement plus vigoureux des vallées quaternaires qui la sculptent.

Cette plateforme est complexe; elle s'est incorporée toutes sortes d'éléments plus ou moins vieux: mais son édification procède, de toute évidence, surtout des cycles d'érosion qui ont suivi la dernière phase orogénique. Sous la forme définitive que nous lui reconnaissons, on est en droit de l'attribuer à la fin du Pliocène: nous avons dit que ce système s'est terminé par un stationnement de la mer à 150/180 m. en dehors de l'affaissement consécutif du Golfe du Lion. La Gardiole apparaît comme un témoin resté en place, au milieu de cet affaissement.

Partant de ces dispositions, le Quaternaire marque l'acheminement vers les conditions actuelles. Cela se traduit suivant les points par des comblements, ou bien par des terrasses de raccord dont les plus belles se voient à Beaucaire, à 60/65 m. et à +25 m. sur le talweg actuel. Les cailloutis de ces terrasses ressemblent tout à fait à ceux du Pliocène supérieur.

La Crau a été construite par les apports de la Durance, déviée à l'Est par les Alpilles et confluant dans le Rhône seulement à son débouché: sa partie gauche plus récente, Crau de Miramas, vient passer en dessous des marais littoraux. On la met en relation avec la grande glaciation quaternaire.

Après cela est intervenue une régression générale de la mer, dont les rivages sont descendus vers 25 m., sous la situation actuelle. Puis, une dernière transgression, qui a provoqué le colmatage des fonds de vallées et du bas de la zone côtière. Alors se sont édifiées la Camargue, et la plaine du Rhône en amont, les plaines de l'Hérault et des divers petits fleuves côtiers, avec les étangs littoraux. Cette édification, qui date de la phase récente du Quaternaire, se continue sous nos yeux, quoique le mouvement de transgression paraisse avoir cessé depuis plusieurs millénaires — sauf la continuation très atténuée, peut-être, de la submersion du Golfe du Lion.

Les limons de très faible altitude couronnant cette formation récente peuvent être désignés comme *Terres grises*.

III. — Le tapis végétal et ses rapports avec les sols

I

Lorsque, fuyant les brumes du Nord, le voyageur franchit l'étroit défilé rocheux de Donzère, il quitte l'Europe moyenne et pénètre dans un pays plus chaud et plus lumineux. Un autre ciel, une autre végétation l'accueillent. Aux forêts et vertes prairies, se substituent garrigues épineuses, pacages arides et collines chauves. Quelques bouquets de Pins d'Alep, les couronnes tordues dans la direction du Mistral, de maigres taillis de Chênes toujours verts (*Quercus Ilex*) ont remplacé les bois de Hêtres et de Chênes blancs. la Vigne plantureuse et l'Olivier grisâtre prédominent dans les cultures.

Le sol lui-même, là où il est à nu, prend une teinte plus intense; rouge-brique, brun-jaunâtre, ocre-clair.

Dans son ensemble, le tapis végétal révèle une diversité et une richesse de formes inconnues plus au Nord. Le seul département du Gard, par exemple, possède à peu près deux fois plus de végétaux vasculaires que la moyenne d'un département français et compte presque autant d'espèces que toute la Suisse avec sa riche flore alpine (environ 2.600 espèces). De nombreux genres, représentés plus au Nord seulement par des plantes annuelles ou pérennantes (Thérophytes et Hémicryptophytes), le sont par des espèces ligneuses (Chaméphytes et Nanophanéophytes).

Les groupements végétaux, très variés, font apparaître des contrastes frappants, accentués encore par l'influence de l'homme dont l'intervention remonte au paléolithique.

Il est difficile de se faire une idée nette de l'état primitif de la végétation méditerranéenne. A en juger d'après les quelques témoins épargnés par l'homme, et en tenant compte de l'évolution actuelle de la végétation et du sol, on arrive à cette conclusion: toute la région des collines, jusqu'aux contreforts cévenols (la Crau centrale et le littoral exceptés), était couverte par la Chênaie d'Yeuse (*Quercetum ilicis*), parfois en mélange avec le Chêne pubescent (*Q. pubescens*). Le vert tendre des bois riverains à Peupliers, Ormeaux et Frênes et quelques marais à Laïches (*Carex*) et à Juncs ajoutaient une note plus claire et rompaient ainsi l'uniformité

immense des sombres Chênaies d'où émergeaient seules les crêtes escarpées des plis calcaires redressés parfois jusqu'à la verticale.

Les versants exposés au N et les sommets balayés par le vent hébergent, encore de nos jours, quelques survivants méditerranéo-montagnards d'origine tertiaire, vestiges d'une flore beaucoup plus riche, mais aujourd'hui très disloquée. Cette flore comprend plusieurs endémiques confinés dans une seule ou dans un petit nombre de localités. Un étrange *Hieracium* cespiteux, aux feuilles gris-blanchâtres (*H. stelligerum*), orne les falaises jurassiques dominant St-Guilhem-le-Désert et Ganges; *Saxifraga cebennensis*, décrit du Pic St-Loup près de Montpellier, est localisé sur les rochers des Causses et des basses montagnes calcaires; enfin, *Diplotaxis Gerardi* existe seulement sur la crête de la Sainte-Victoire près d'Aix.

Aujourd'hui, l'*Hieracium* est sans parenté proche; le *Diplotaxis* se rapproche de *D. brassicoides* des Pyrénées et de *D. repanda* qui vit sur les sommets des Alpes dauphinoises.

On chercherait en vain de tels endémiques dans la riche flore planitiaire de Provence et du Languedoc (1). Celle-ci comprend, par contre, bon nombre de végétaux méditerranéens très rares, isolés et séparés de leurs localités les plus proches par des distances considérables. Ces végétaux, survivants des périodes plus chaudes (fin tertiaire ou interglaciaire), se groupent en colonies dans des stations favorables, surtout aux deux extrémités du territoire, aux environs de Narbonne et de Marseille, mais encore sur le plateau basaltique de Roquehaute, à la Gardiole, entre Sète et Montpellier, aux Alpilles, face à Arles. Citons, comme exemples, près de nous, le Myrte (*Myrtus communis*), *Coronilla glauca*, *Lavatera maritima* de la Gardiole, *Anagryis foetida* de la vallée de la Mosson.

Certaines espèces ne sont connues que d'une seule localité française. Ainsi *Sternbergia aetnensis*, découvert il y a peu d'années dans les garrigues à 20 km. au N.W. de Montpellier, ne réapparaît qu'en Espagne et en Italie; *Marsilia pubescens* et *Pilularia minuta*, raretés des mares de Roquehaute, ont leurs stations les plus proches en Sardaigne et en Afrique du Nord.

L'immigration de ces espèces méridionales aujourd'hui réfugiées dans des stations abritées, doit remonter à un époque très ancienne. Avec les endémiques méditerranéo-montagnardes, ces colonies incarnent les témoins les plus anciens de la flore méditerranéenne autochtone.

(1) Récemment MM. MOLINIER et TALLON ont découvert un *Teucrium* inconnu, habitant les petites mares temporaires de la Crau.

Non moins intéressante est l'existence de survivants d'une autre époque, bien plus récente. Il s'agit de reliques d'origine nordique, conservées dans quelques bois riverains ou dans les marais d'eau douce, s'échelonnant tout au long de la côte provençale et tyrrhénienne jusqu'aux marais pontins au Sud de Rome. L'exemple le plus frappant en territoire français est le marais de Raphèle, sur la lisière de la Crau, près d'Arles. L'importante colonie nordique qu'il abrite semble contemporaine de la fin de la dernière grande glaciation qui déversait ses moraines frontales à l'Est de Lyon et à la hauteur de Gap, dans la vallée de la Durance. A cette même époque, l'homme magdalénien chassait le Renne, le Chamois, la Marmotte dans les environs de Nîmes.

Le marais de Raphèle, situé à 2 m. seulement au-dessus du niveau de la mer, a conservé tout un ensemble de survivants glaciaires remarquables, comprenant entre autres : *Dryopteris thelypteris*, *Parnassia palustris*, *Potentilla anserina*, *Lathyrus paluster*, *Gentiana pneumonanthe*, *Pedicularis palustris*, *Senecio paludosus*, etc.

Il faudrait s'avancer jusqu'à 1.000 m. dans les Cévennes ou remonter la vallée du Rhône jusqu'aux environs de Lyon (Balmes viennoises) pour rencontrer à nouveau ces espèces.

A la même époque, de nombreux végétaux médio-européens ont étendu leur aire vers le Sud et ont trouvé des conditions de vie acceptables dans les forêts riveraines, les prairies, les marais de la Provence et du Languedoc : *Luzula Forsteri*, *Platanthera chlorantha*, *Fragaria vesca*, *F. viridis*, *Trifolium ochroleucum*, *Lathyrus niger*, *L. montanus*, *Geranium sanguineum*, *Primula veris*, *Veronica officinalis*, etc., appartiennent à ce groupe.

Ces espèces, « nordiques » pour la plaine languedocienne, se concentrent en particulier dans l'association mixte à Chêne blanc et Chêne vert. (*Quercetum ilicis pubescentetosum*) dont le sol décalcifié, acide, présente aussi un profil « nordique » pour la contrée (1).

L'élément *atlantique* n'est représenté que par un nombre infime d'espèces, telles que *Erica cinerea*, *Teucrium scorodonia*, *Anarrhinum bellidifolium*, *Digitalis lutea*, etc.; il augmente d'importance

(1) Exemple: Profil de la Banquière:

(Voir Comm. S. I. G. M. A., N° 33.)

$A_1 : Fe_2 O_3 + Al_2 O_3 = 6 \%$

$A_2 : Fe_2 O_3 + Al_2 O_3 = 5,58 \%$

$B : Fe_2 O_3 + Al_2 O_3 = 10,17 \%$

} contenu en
Si O₂ : 83-89 %

avec l'altitude, en particulier vers le N.W. à l'Epinouse et au Levezou, contrées situées entre 900 et 1200 m. d'altitude et soumises aux influences atlantiques.

II

Jetons un coup d'œil rapide sur la répartition actuelle et sur la zonation de la végétation et du sol dans le vaste hémicycle dont Montpellier forme à peu près le centre.

Le parterre de cet amphithéâtre grandiose est soumis au bioclimat méditerranéen subhumide moyen (quotient pluviothermique d'Emberger max. de 100), la ceinture moyenne, au bioclimat méditerranéen humide (quotient pluviothermique supérieur à 100). Les pentes supérieures des Cévennes portant de magnifiques Hêtraies bénéficient d'un climat humide non méditerranéen. Au-dessus du climat du Fagion se dressent la pyramide de l'Aigoual à 1.567 m. et la large croupe du Pic de Finiels au Mont Lozère (1702 m.), avec leurs étendues Nardaies pseudo-alpines.

1° *Le cordon littoral*, très largement développé en Camargue, y présente une alternance de terres basses temporairement inondées, couvertes d'une végétation halophile, et de faibles élévations, restes d'anciennes dunes et occupées par la brousse à *Filaria* (*Phillyrea angustifolia*), des bois de Pins pignons (*Silvereal*) ou de Genévriers (*Juniperus phoenicea*) (Bois des Rièges).

La Pineraie semble avoir été plantée il y a plusieurs siècles; par contre, le bois de Genévriers des Rièges, décrit par M. Tallon, représente un aspect curieux de la végétation primitive épargné par sa situation en plein Vaccarès et difficilement accessible.

La végétation halophile caractéristique des « sansouires » se compose d'arbrisseaux glaucescents, raides, à feuilles charnues (*Arthrocnemum*, *Salicornia*, *Suaeda*, *Obione*, *Statice*, etc.), et de Joncs, Graminées, etc. groupés en associations nettement distinctes qui expriment parfaitement le degré de salinité plus ou moins accentuée du sol. La plus forte concentration en NaCl (20-30 %) au gros de l'été) supporte l'association à *Arthrocnemum glaucum*; suivent, par salinité décroissante, le *Salicornietum fruticosae* (maximum 10 % NaCl), l'association à *Artemisia gallica* et *Statice virgata*, les Jonçaies et Carigaies (voir Comm. S.I.G.M.A. N° 32). Les racines des Salicornes s'étalent dans les couches très superficielles du sol qui, pendant la période des pluies, perdent une bonne partie de leur sel, alors que, pendant l'été, sous l'influence de l'intense évaporation, elles s'en chargent progressivement, jusqu'au moment où

surviennent les pluies d'automne. Ces fortes variations saisonnières distinguent les sols salés méditerranéens des sols connus sous les noms de *Solontchak* et *Solonetz* des steppes de l'Est européen. Le microprofil diffère d'ailleurs d'une association à l'autre. Cependant, tous ces sols de couleur grisâtre sont plus ou moins argileux; une teneur très élevée en carbonates (20-60 %) et une basicité prononcée (pH. 7.5-8.4), qui varie peu au cours de l'année, leur sont communs. Certaines associations, telles que l'association à *Salicornia herbacea* et *Salsola soda* des bords des étangs présentent, en automne, un horizon noir d'encre de Sulfate de fer dégageant une odeur nauséabonde.

2° *La zone des plaines et collines* en arrière du littoral est le domaine incontesté du Chêne vert. Cet étage s'étend jusqu'aux contreforts des Cévennes et des Alpes. C'est ici que la végétation naturelles et le sol ont subi les transformations les plus profondes par la mise en culture, le déboisement inconsidéré; les profils du sols complets, non altérés sont rares.

Quelques petits massifs échappés à la destruction générale ont conservé leur cortège habituel de lianes (*Smilax aspera*, *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa*, *Clematis Flammula*, etc...), d'arbustes à larges feuilles persistantes (*Arbutus Unedo*, *Viburnum Tinus*, *Phillyrea media*, *Rhamnus Alaternus*, etc.) et de plantes herbacées supportant l'ombre (*Asplenium Adiantum nigrum*, *Carex distachya*, *C. Halleriana*, *Viola scotophylla*, etc..). Sous l'épais couvert des arbres et arbustes, *Ruscus aculeatus* forme souvent des fourrés denses et épineux.

Un fait surprenant au premier abord est mis en évidence par les études microclimatiques : la forêt d'Yeuse, climax de la région d'aspect très xérique, crée un microclimat plus humide que tout autre groupement végétal des plaines et collines méditerranéennes.

Il est aujourd'hui difficile de trouver des profils de sol bien développés sous le couvert de la Chênaie d'Yeuse. Deux analyses de profils complets (terra rossa) dont une est reproduite plus loin (voir p. 70), ont été publiées dans notre étude de 1936.

La destruction de la forêt a eu comme conséquence l'extension de la brousse à Chênes-Kermès et l'altération des profils du sol. Cette brousse xérique est constituée par un grand nombre d'arbustes épineux ou sclérophylles (*Quercus coccifera*, *Genista scorpius*, *Rhamnus infectoria*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia Lentiscus*, etc.), Pacage ingrat à moutons, elle subit l'influence périodique du feu. En dépit de l'extraordinaire puissance de régénération, elle finit par succomber. Après sa disparition, la dégradation de la végéta-

tion et du sol s'accélérent, mais sa marche diffère beaucoup selon la constitution du sous-sol.

Sur les *marnes et grès peu perméables* s'installe la lande à Romarin et *Lithospermum fruticosum*, surtout dans sa sous-association à *Erica multiflora*, groupement arbustif très typique pour l'arrière-pays de Montpellier (voir p. 70). Elle révèle un profil de terre jaune méditerranéenne, caractérisé par le manque d'humus, la richesse en CO_3Ca (20-80 %) et sa basicité élevée (pH. 7,2-8,3), qui augmente avec la profondeur. Ce profil se compose d'un A_0 insignifiant (0,5-1 cm.), d'un A_1 de 10 à 30 cm., friable, brun-jaunâtre, d'un A_2 de 10-40 (80) cm. plus compact, pierreux de couleur ocre intense ou roussâtre, et très généralement d'un horizon à Gley particulier (15 à 60 cm.) très apparent après les périodes de pluie automnales et printanières. Ce Gley saisonnier, très riche en CO_3Ca constitue un réservoir de solutions concentrées qui remontent lors de la période de sécheresse estivale et parfois cristallisent dans les petites cavités intergranulaires.

Une étape de dégradation de cette lande est la pelouse de l'*Aphyllanthion* avec *Aphyllanthes monspeliensis*, *Carex humilis*, *Festuca duriuscula*, *Bromus erectus*, *Potentilla verna* var. *australis*, *Chrysanthemum controversum*, *Leontodon Villarsii*, *Astragalus monspessulanus*, etc. Lande et pelouse sur ces marnes sont caractérisées par l'absence à peu près complète d'espèces annuelles.

Le stade ultime de dégradation atteint sur les marnes et sur les grès permien présente la stérilité absolue et désolante d'un désert.

Restaurer ces terres dégradées, voilà un des problèmes les plus délicats posés aux pédologues et aux géobotanistes. Mais, pour réussir, il faut s'inspirer de l'évolution naturelle de la végétation qui diffère selon la nature du sous-sol et les progrès de la dégradation.

Sur *calcaire compact* et sur sous-sol *siliceux*, l'association à Romarin et *Lithospermum* n'existe pas. Par contre, *Juniperus Oxycedrus* et les Cistes (*Cistus albidus*, *monspeliensis*, *crispus*, *salviifolius*), aux effluves pénétrantes de résine, couvrent des côteaux entiers, alternant avec le Kermès.

Les Cistes, pyrophytes par excellence, s'emparent rapidement des terres incendiées. Leurs landes, ornées d'une profusion de délicates corolles roses et blanches, sont la preuve d'une dégradation avancée du tapis végétal et du profil du sol. Mieux que toute description, les graphiques ci-contre rendent compte des deux principales séries de succession régressive provoquées par la dégradation progressive du profil pédologique.

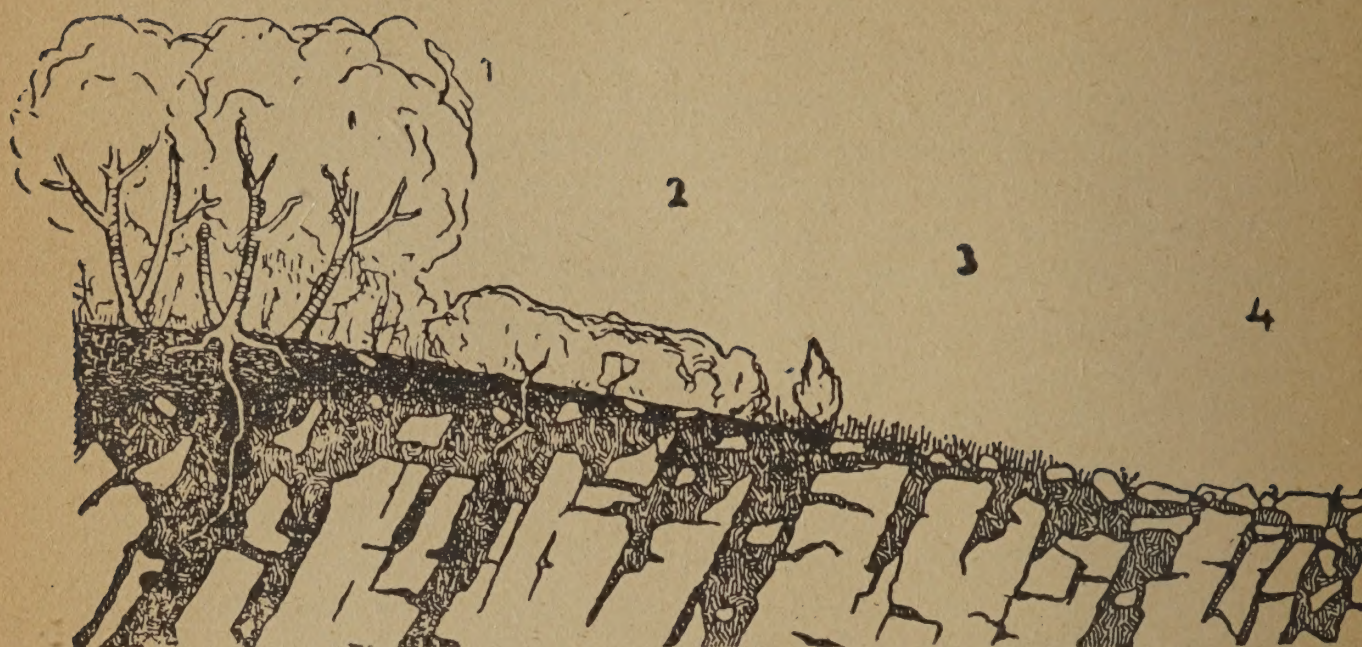


FIG. 1.

Dégradation de la Chênaie d'Yeuse et de son profil du sol sur calcaire compact (jurassique): 1. *Quercetum ilicis*; 2. *Quercetum cocciferae brachypodietosum*; 3. *Brachypodietum ramosi*; 4. Facies surpâturé à *Euphorbia Characias*.

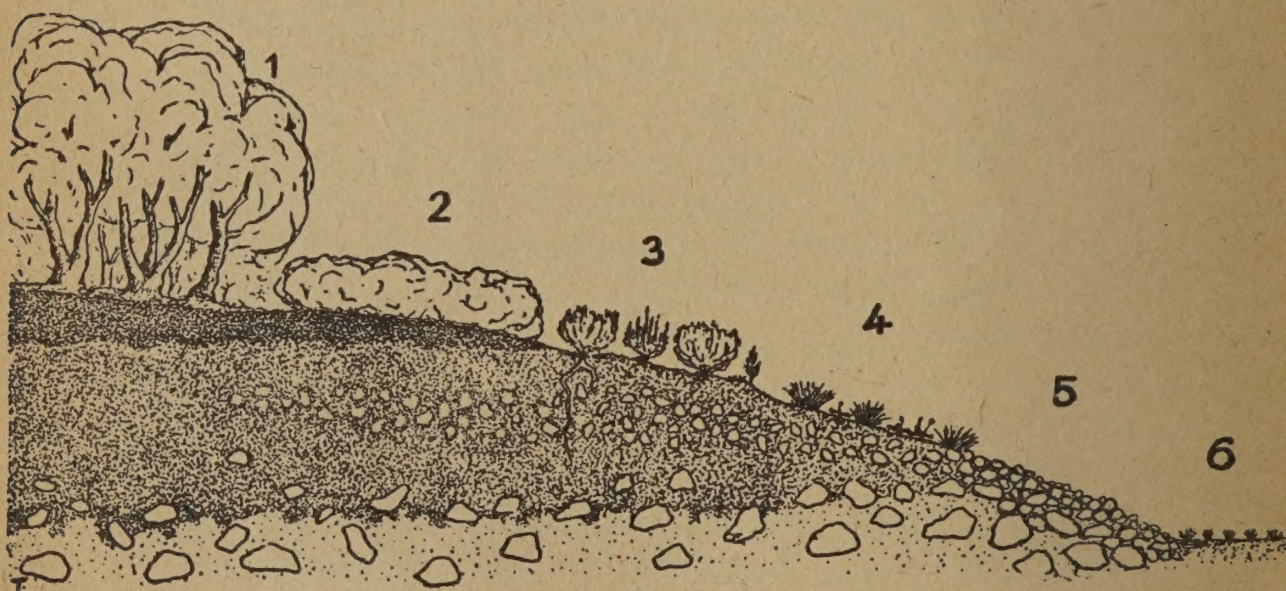


FIG. 2

Dégradation de la Chênaie d'Yeuse et de son profil du sol sur grès rouge eocène.

1. Taillis de Chêne vert; 2. Brousse à Chêne kermès; 3. Garrigue à Romarin et Erica; 4. Gazon ouvert à *Aphyllanthe*; 5. Cailloutis dénudés par l'érosion pluviale; 6. Dépression d'accumulation occupée par le *Deschampsietum mediae*.

Détruite par des incendies trop souvent répétés, les espèces ligneuses se raréfient de plus en plus, cédant la place, sur le calcaire compact, à l'association à *Brachypodium ramosum* et *Phlomis lychnitis*, sur calcaire friable (Burdigalien p. ex.) au *Barbuletum gracilis*. Les deux associations sont extraordinairement riches en espèces annuelles; elles sont surchargées de moutons.

Le surpâturage conduit aux stades ultimes de dégradation caractérisés, ici, soit par l'abondance d'Euphorbes et de Chardons (*Onopordon illyricum*, *Kentrophyllum lanatum*, *Carduus nigrescens*, etc.), soit par la profusion d'Asphodèles (*Asphodelus cerasifer*) qui, au printemps, cachent sous un décor splendide la stérilité alarmante du pacage ruiné et du sol squelettique.

Le sol, correspondant au *Brachypodietum ramosi* typique sur calcaire compact, est un profil décapité de *terra rossa* ayant perdu les horizons A_0 et A_1 humifères, tandis que les horizons inférieurs (trB1 et trB2), souvent enfouis dans les excavations du rocher, résistent mieux. Aussi, la dégradation n'atteint-elle pas l'état de stérilité extrême constatée dans les marnes, et la régénération de la végétation s'opère plus facilement, lorsqu'elle n'est pas entravée par l'homme.

C'est une exception curieuse et unique dans tout le Midi que la vaste plaine de la Crau, cône de défection würmien de la Durance qui semble avoir été de tous temps dépourvu d'associations arbusitives et arborescentes. Un banc de cailloux concrétionnés et cimentés par le CO_3Ca forme, à une faible profondeur, une carapace à peu près impénétrable aux racines. Le peu de terre fine rougeâtre fixée par les cailloux de la surface nourrit une association végétale rabougrie et pauvre, caractérisée par l'abondance extraordinaire d'une Liliacée à fleurs carnées, *Asphodelus fistulosus*, qui remplace ici l'*Asphodelus cerasifer* des garrigues, de quelques graminées xériques (*Stipa capillata*, *Brachypodium ramosum*, *Poa bulbosa*) et de nombreuses annuelles.

Vision d'Afrique sur terre française ! Les mêmes peuplements d'*Asphodelus fistulosus* sur des sols à carapace calcaire nous ont frappé au Maroc et dans le Sud Tunisien.

3° Vers 400-600 m. d'altitude, en moyenne, l'étage de la Chênaie d'Yeuse s'arrête. Au-dessus, et jusqu'à 900-1000 m., règne l'étage du Chêne pubescent.

Des peuplements de *Quercus pubescens* à l'état de maigres taillis subsistent sur les plateaux calcaires des Causses. Les étapes de dégradation : Buxaies et pelouses rases fréquentée par des moutons

transhumants y ont acquis une extension énorme; le sol correspondant, souvent rougeâtre, ne doit pas être confondu avec la *terra rossa*; il appartient au type général de la *rendzine*.

Dans les terrains siliceux, la Chênaie et ses stades de dégradation ont dû céder la place à la Châtaigneraie nourricière, étendue par l'homme jusqu'aux dernières possibilités.

Le sol de ces châtaigneraies, d'ailleurs très appauvri sur les pentes par l'effet de l'érosion pluviale et l'enlèvement des feuilles mortes, est un sol brun, acide. Vers la limite supérieure de l'étage, sous l'influence des pluies abondantes et du lessivage (plus de 1500 mm. de pluie par an), il se dégrade davantage et montre parfois une tendance podzolique (v. analyse p. 83).

Dans les clairières parmi les châtaigneraies, *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Sarothamnus scoparius* et *Pteris aquilina* forment le fond de landes peu productives.

4° Les parties élevées des Cévennes méridionales entre 900 (1000) et 1500 m. environ appartiennent à l'étage du hêtre. Très déboisées il y a cent ans, elles possèdent aujourd'hui de vastes hêtraies grâce à la protection par le service forestier. L'admirable puissance expansive du hêtre a déjà enlacé, submergé et absorbé de nombreuses plantations de résineux; le climax de la hêtraie est omnipotent à cet étage.

Les vieilles futaies à peu près intactes aux Oubrets, au Saint-Guiral, etc., permettent de se faire une bonne idée de la structure de cette forêt. La plupart des caractéristiques et compagnes des hêtraies médio-européennes y croissent abondamment: *Scilla bifolia*, *Cordydalis cava*, *Allium ursinum*, *Dentaria digitata*, *Asperula odorata*, *Anemone nemorosa*, etc. Au Mont-Lozère, point culminant des Cévennes méridionales, le sapin (*Abies alba*) se joint au hêtre; c'est le seul point de notre région où ce mélange existe.

Les précipitations annuelles à l'étage de la hêtraie atteignent des quantités considérables qui dépassent 2000 mm. Le profil du sol est une variante du sol brun avec, par endroits, une tendance à la podzolisation.

Cependant, nulle part nous n'avons observé un véritable podzol avec son horizon A₂ lessivé, gris-clair, si caractéristique.

Un curieux témoin de l'ancienne extension du hêtre est la célèbre forêt à l'ubac des grands rochers de la Sainte-Maume, au N.E. de Marseille, dernier survivant et avant-poste de la hêtraie à proximité immédiate de la grande cité phocéenne.

5° Etage des pelouses pseudo-alpines (étage du Nardion). La hêtraie et son cortège s'arrêtent, à l'Aigoual et au Mont-Lozère, vers

1500-1550 m. environ. Mais cette limite ne semble pas tout à fait naturelle; on a déterré des vieilles souches encore au-dessus de la forêt actuelle.

Quant aux larges croupes culminales livrées aux attaques furieuses des vents, elles ont dû de tous temps montrer leur aspect chauve. D'ailleurs, les essais obstinés de plantations faites avec le pin de montagne et d'autres essences y ont tous échoué.

Une pelouse rase et serrée de graminées (*Nardus stricta* et *Festuca ovina*) et de plantes perennantes tondues par les moutons les enveloppe, pelouse pauvre en espèces, recouverte par la neige pendant 4-5 mois de l'année. Cette nardaie comprend plusieurs éléments alpino-pyrénéens immigrés pendant les périodes glaciaires (*Juncus trifidus*, *Luzula spicata*, *Minuartia recurva*, *Trifolium alpinum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Leontodon pyrenaicus*, etc.). Leur présence témoigne de l'existence d'une ceinture culminale non boisée.

Une autre preuve, s'il en fallait, est fournie par le profil du sol. Celui-ci, assez profond par endroit, montre un horizon d'humus sub-alpin silicaté de couleur uniformément noirâtre, peu différencié, fortement acide (pH 5-6). Il ressemble au profil des nardaies alpines et pyrénéennes dont il se rapproche aussi par la composition floristique du tapis végétal (voir liste p. 85).

IV. — Considérations générales sur l'agronomie méditerranéenne

Le Midi méditerranéen est certainement une des régions naturelles de la France qui présente une réelle individualité. Son originalité se marque surtout dans le climat; elle apparaît également dans la végétation, ainsi que dans la genèse des sols, facteurs qui interviennent dans la vocation culturelle et l'économie agricole méridionale.

Les sols rouges sur « terres rouges » des calcaires compacts, avec les sols de rendzines grises d'éboulis, correspondent, en principe, à la partie boisée (chêne vert et chêne pubescent, avec leurs associations régressives) : Il y a peu de culture dans ces régions pauvres ; seule celle de la lavande (*Lavandula vera*), surtout à partir de 4 à 500 mètres, est rémunératrice.

Cette culture a sauvé de la dépopulation certains départements du Sud-Est.

Les terrasses sèches à sols rouges sur diluvium, caractérisées également par une flore xérophile, portent des cultures *arbustives* (vignes, oliviers, amandiers, abricotiers) caractéristiques du Midi méditerranéen.

Il est intéressant de suivre la vocation culturelle de ces sols rouges sur alluvions fluviales à cailloux roulés sous un climat différent (le long de la vallée du Rhône).

C'est ainsi que l'on remarque que ce sol rouge peu épais reposant sur un poudingue est totalement infertile en Crau non irriguée (indice d'aridité inférieur à 15) (1). Ce même type de sol porte, au nord de la Durance, des vignobles de cru dont le plus célèbre est celui de Châteauneuf-du-Pape. En continuant à remonter la vallée du Rhône, on trouve, au-delà de l'Isère (région des Chassis), toujours sur ce même sol rouge, quelques pêcheurs, à côté du vignoble des « Côtes-du-Rhône ». Ces arbres fruitiers dominant, plus au nord, sur les terrasses de St-Rambert d'Albon. Enfin, au sud de Lyon, apparaissent, sur tout le plateau caillouteux fluvio-glaciaire bas-

P

(1) Indice d'aridité: $\frac{P}{T + 10}$ (Pluviosité annuelle sur température annuelle)
[de MARTONNE].

dauphinois à sol rougeâtre, des cultures annuelles de céréales, de plantes sarclées, ainsi que des prairies artificielles (ici l'indice d'aridité atteint 40).

Les sols rouges loessiques, plus profonds, sont plus fertiles, notamment dans les départements du Gard et de la Drôme.

Les sols squelettiques dérivant des molasses et des marnes, constituent un milieu favorable à la polyculture méridionale avec la liaison antique du blé, de la vigne, de l'olivier, cultures à rendement médiocre, associées à l'élevage du mouton. Toutefois, depuis quelques années, les paysans cherchent à faire, dans ces régions, quelques cultures bien adaptées et plus rémunératrices : asperges, cerisiers, vignes à cépages de qualité, etc...

Enfin, les plaines alluvionnaires rhodaniennes et celles du Bas-Languedoc, avec leurs sols jeunes de limons gris, peuvent, grâce à la spécialisation de certaines cultures (vignobles à grand rendement, vignoble à raisins de table), cultures fruitières (pêchers, poiriers), grâce à l'irrigation (cultures maraîchères de primeurs, de porte-graines, de prairies artificielles), donner des récoltes variées, abondantes et rentables.

Le sol et l'eau resteront, dans ces régions, les deux conditions essentielles de la vie.

L'eau dans le Midi est, en effet, le facteur qui vient limiter les récoltes. L'irrigation est donc une mesure indispensable de protection contre les excès de sécheresse du climat méditerranéen.

Dès le moyen-âge, on a creusé des canaux d'irrigation dans la région du Bas-Rhône en puisant l'eau dans la Durance.

Toutefois, il faut arriver au ^{xvii}^e siècle pour que l'on aborde réellement des travaux d'intérêt général et le nom d'Adam de CRAPONNE reste attaché à l'une des plus grandes réalisations de l'époque, celle de l'irrigation et du colmatage d'une partie de la Crau, alors entièrement désertique.

Aujourd'hui, et nous le verrons au cours de notre dernière excursion pédologique en France, le contraste est saisissant entre les aspects si inattendus des deux zones arrosables ou non. D'un côté, la steppe pierreuse, les « coussous » à perte de vue, où quelques amandiers rabougris sont terriblement secoués par le mistral; de l'autre, à l'abri de haies de cyprès, le jardin ou la verte prairie, autour de grands et confortables mas. Aucune limite géologique ne justifie cette différence; le canal, avec son eau boueuse, a fait seul le miracle, d'abord en donnant l'eau nécessaire à l'arrosage des cultures, ensuite en colmatant les pierrailles et en formant un véritable sol artificiel appelé le « nite ».

Ainsi, la région méditerranéenne française se caractérise tant au point de vue climatique, botanique, qu'agronomique, par des contrastes heurtés et, également, par des fluctuations qu'elle a connues dans sa situation économique et ses cultures.

Annexe: Le canal d'irrigation de GIGNAC

(avec un plan)

Réalisé dès l'année 1895, par une association syndicale autorisée groupant environ 3.000 propriétaires, le réseau des canaux d'irrigation de Gignac va apporter au loin dans les terrains secs formés par les terrasses alluviales de l'Hérault, l'eau bienfaisante de ce fleuve côtier.

Le dispositif d'irrigation construit comporte (voir plan ci-joint) :

1° Un barrage de prise d'eau sur l'Hérault établi à 5 kilomètres en amont du village de St-Guilhem-le-Désert.

2° Un canal d'amenée appelé « tronc commun » suivant la vallée encaissée du fleuve sur un parcours de 10 kilomètres, jusqu'au lieu dit « Le Pont du Diable », au débouché des gorges dans la plaine.

3° Deux canaux principaux ayant leur origine au Pont du Diable, où se fait la répartition des eaux. Ils constituent les branches maîtresses de la distribution et se développent sur chacune des rives de l'Hérault, allant alimenter les différents réseaux de répartition de l'eau d'irrigation composés de canaux secondaires, de canaux tertiaires et des filioles. Le développement total des canaux principaux atteint, pour les deux branches maîtresses cumulées, 42 kilomètres.

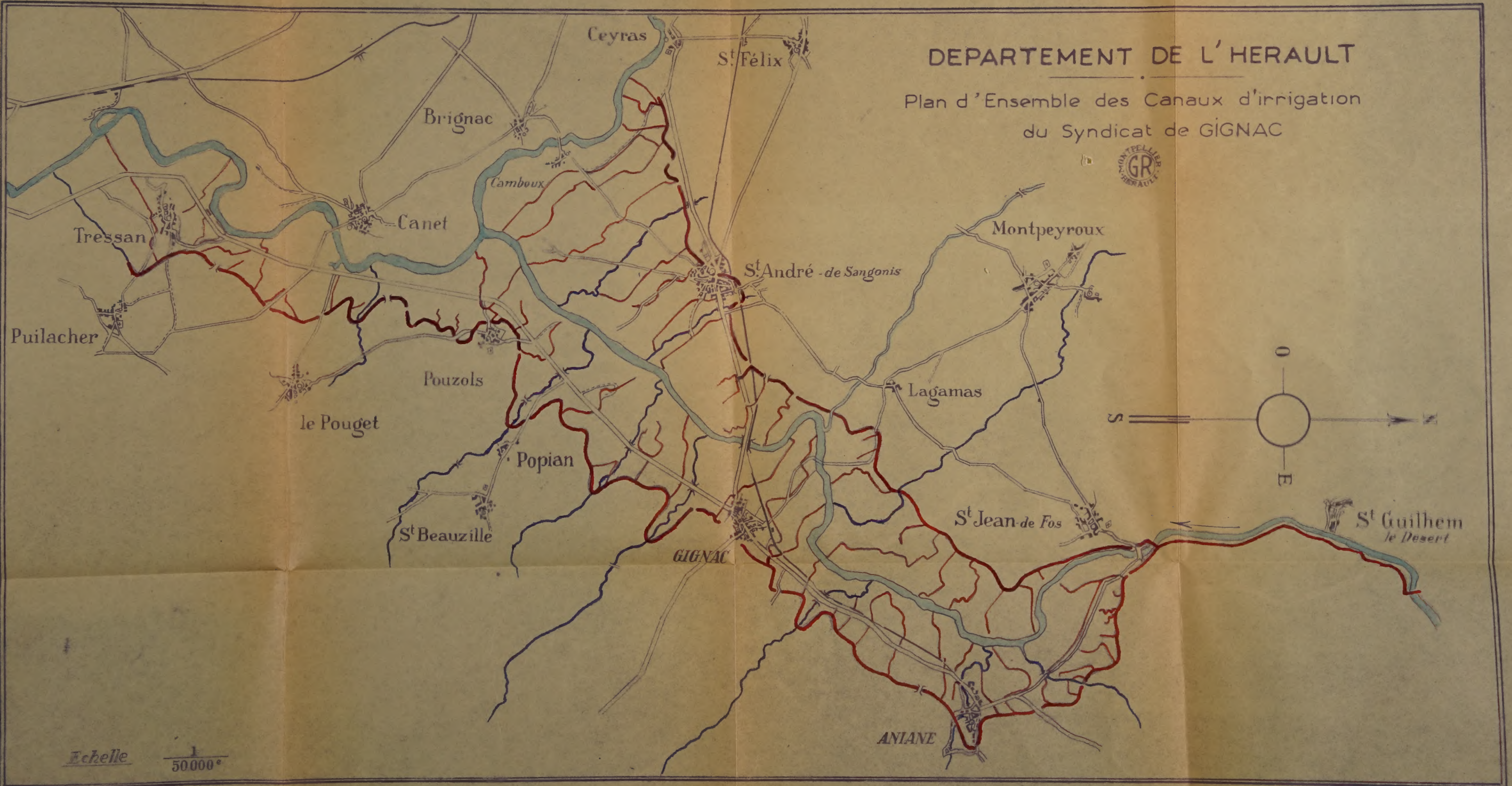
4° Un réseau de canaux secondaires et tertiaires qui se déploient respectivement sur 180 kilomètres et 200 kilomètres environ.

Quoique l'œuvre ainsi réalisées soit dans son ensemble très remarquable, quelques imperfections étaient apparues depuis la mise en exploitation.

Les canaux exécutés sur la presque totalité de leur parcours sans revêtement d'étanchéité, dans un sol très caillouteux, ne comportaient que des parois en terre laissant s'échapper de grandes quantités d'eau.

DEPARTEMENT DE L'HERAULT

Plan d'Ensemble des Canaux d'irrigation
du Syndicat de GIGNAC



Echelle

1
50 000^e

A ce grave inconvénient s'ajoutait le fait que les parois latérales étaient très souvent profondément érodées et faisaient courir le risque permanent d'une obstruction des canaux à la suite d'éboulement.

Par la conservation du canal, pour sa bonne utilisation, et pour permettre l'extension du périmètre arrosé, il était donc indispensable de procéder à des travaux importants de réparations, de ragrément des parois, et de réaliser un revêtement parfaitement imperméable là où il n'existait pas.

Ce revêtement nouveau a été prévu en béton légèrement armé d'une épaisseur de 0,06 en moyenne, avec joints de dilatation tous les 20 mètres. La surface à revêtir était considérable, puisqu'elle dépassait 312.000 m².

Ce travail a été entrepris par tranches, sous la direction du Service du Génie Rural de Montpellier, dès 1940, en profitant des périodes de chômage du canal. A l'heure actuelle, 25 kilomètres de canaux principaux ont été ainsi revêtus d'une manière étanche, ce qui a permis de porter déjà la surface arrosée de 2.600 hectares à 2.700 ha environ, et de développer, dans cette région, des cultures vivrières qui ont été un appoint particulièrement précieux pour l'alimentation des populations de l'ensemble du département de l'Hérault, durant les périodes critiques de l'occupation.

D'ores et déjà l'œuvre réalisée contribue puissamment à la richesse de la moyenne vallée de l'Hérault et a eu les répercussions les plus heureuses sur l'économie agricole du département.

Lorsque ce revêtement en ciment (dont l'exécution est ralentie par le manque de disponibilités actuelles de ce matériau) sera entièrement terminé (vraisemblablement en 1950), le canal de Gignac qui peut dériver de l'Hérault un débit maximum de 3.500 litres-seconde pourra arroser l'intégralité des 3.500 hectares pour lesquels il a été créé. Il sera, à ce moment-là, un des plus modernes parmi les canaux français, et sans doute celui qui permettra de tirer le meilleur rendement de l'eau, en arrosant le maximum de surfaces, avec le minimum de débit dérivé.

V. — Les crus viticoles de la Méditerranée

La vigne est une des plus belles parures de la terre de France. Elle est particulièrement à sa place dans la Midi méditerranéen où elle peut s'épanouir en fournissant toute une gamme de vins remarquables. L'œnophile le plus difficile pourra largement y exercer son choix et y satisfaire son éclectisme.

Nous avons cru utile, à l'occasion de la Conférence Interalliée de Pédologie Méditerranéenne, de donner aux congressistes qui dégusteront les meilleurs de nos vins, quelques renseignements techniques sur ces vignobles, en insistant notamment sur le *milieu* un des facteurs de base de la *qualité*.

—o—

Un bon vin est défini par les cépages d'élites qui constituent le vignoble du cru, mais c'est le « milieu » qui crée la qualité du type de vin.

Parmi ces facteurs du « milieu » le climat, notamment l'indice d'aridité, joue un rôle important. (1)

La vigne est surtout une plante du bassin méditerranéen dont elle est originaire; elle s'est étendue plus au Nord.

Cependant, dans le Midi, la vigne, non seulement se plaît dans son milieu naturel constitué par des terres peu fertiles de coteaux, où elle donne des vins fins, mais encore elle réussit en plaine dans des terres plus fécondes, parce que justement nous y trouvons des conditions climatiques particulières qui permettent la culture normale et sans aléas d'un vignoble à grand rendement (Bas-Languedoc et Basse-Provence). Dans toutes ces régions on observe, en effet, un indice d'aridité des mois d'été très peu élevé, généralement inférieur à 10, alors que ce même indice peut atteindre 40 dans certaines régions viticoles montagneuses (Jura-Diois); la vigne alors se cantonne uniquement sur les coteaux bien exposés.

Il s'est donc posé, pour les experts qui ont eu la charge de tracer l'aire de production des vins de crus du Midi méditerranéen

P

(1) Indice d'aridité $\frac{P}{T + 10}$ (Pluviosité annuelle sur température annuelle (de MARTONNE)

un problème délicat de délimitation. Ils ont dû s'appuyer, en dehors des constantes d'ordre climatiques, sur les facteurs d'ordre hydrologique (importance de la présence ou non d'une nappe phréatique), d'ordre morphologique (rôle de l'exposition et de l'altitude), et, enfin, d'ordre pédologique (nature du type de sol, degré de sa perméabilité, rôle de la composition de la roche-mère, etc...).

Tous ces facteurs sont interdépendants. En voici un exemple remarquable concernant un type de sol très répandu dans le Midi et la vallée rhodanienne: sol rouge sur alluvions à cailloux roulés (terrasses fluviatiles).

Partons de la Crau pour atteindre Lyon en remontant la vallée du Rhône; tout le long du parcours nous rencontrons ce type de sol, sensiblement à la même altitude (terrasse) passant, au point de vue climatique, d'un indice d'aridité (de juillet) inférieur à 10 en Crau, à un chiffre atteignant 40 dans la région lyonnaise. Nous remarquerons les faits suivants au point de vue viticole:

Ce sol rouge, peu épais, est totalement infertile en Crau non irriguée (Coussouls); le même type de sol, porte, au Nord de la Durance, des vignobles de cru dont le plus célèbre est Châteauneuf-du-Pape. En remontant toujours la vallée du Rhône, on trouve, au delà de l'Isère (région des Chassis), toujours sur ce même sol rouge, quelques pêchers à côté du vignoble des « Côtes du Rhône nord ». Ces arbres fruitiers dominent plus au Nord, sur les terrasses de Saint-Rambert-d'Albon; enfin, au sud de Lyon, apparaissent, sur tout le plateau caillouteux fluvio-glaciaire du Bas-Dauphiné, à sol rougeâtre, des cultures annuelles: céréales, plantes sarclées, ainsi que des prairies artificielles; la vigne a complètement disparu de ces régions, trop basses et mal exposées pour elle.

Il s'agit là de *faits expérimentaux*, qui illustrent d'une façon saisissante la définition que Demolon a donné de la notion de qualité, donc de cru. Elle est établie, en effet, par l'adaptation de la plante, d'une variété bien déterminée et sélectionnée, au milieu défini par le trinôme: sol, climat, morphologie.

Quels sont les types de sols des vignobles de cru du Midi méditerranéen?

Il est évident, d'après ce qui précède, que seuls des sols squelettiques ou d'érosion, à peine évolués et bien drainés, des sols rendziniformes perméables ou des sols mûrs, sans épaisseur (sols rouges méditerranéens) reposant sur une roche-mère perméable, peuvent constituer ces terrains peu fertiles convenant à la culture de la vigne de qualité. On en trouvera toute la nomenclature dans le tableau suivant, en même temps que des indications sur la situation topographique du vignoble et son encépagement.

Quant à la nature des roches-mères et de leurs sols, il est assez difficile d'indiquer *a priori* l'influence qu'elle exerce sur la valeur du « type de vin ». Toutefois, l'on remarquera que les principaux crus de vins rouges sont établis, en général, sur sols squelettiques siliceux arénacés, ou sur sols rouges décalcifiés. Les vins blancs préfèrent les sols encore calcaires (sol rendziniformes de préférence); enfin, les vins rosés sont localisés sur les sols sableux, squelettiques ou d'érosion.

—o—

De cet exposé d'ensemble sur les vignobles de la région méditerranéenne on peut conclure que cette production de *vins à appellation contrôlée*, comme d'ailleurs celle de la plupart des vins délimités de qualité supérieure, est réglée par une série de facteurs divers: les uns d'ordre naturel, comme le sol, le climat, l'exposition, les autres d'ordre technique, comme l'encépagement et les pratiques œnologiques, et, enfin, les derniers, d'ordre juridique, basés surtout sur les usages locaux, loyaux et constants et enregistrant en une réglementation volontairement sévère les meilleures pratiques de nos viticulteurs.

Les résultats favorables qui sont désormais enregistrés doivent contribuer à redonner aux vins de ces régions, tant sur notre marché interne, que dans les échanges internationaux, la place de tout premier plan qui leur est assignée.

La grande variété de cépages et des terroirs donnent à ces crus dont on trouvera l'inventaire dans le tableau ci-après, leur caractère propre et une réelle individualité. Ce sont tous, néanmoins, des vins corsés, chauds, brillants et fruités, qui les différencient nettement des grands crus du Bordelais et de Bourgogne.

Ils méritent, comme eux, d'être connus et appréciés, et, avec le félibre Anselme MATHIEU qui chanta le Châteauneuf-du-Pape, nous dirons:

*Li forço, au vent terrau vénon ravoio
L'aioli donno au cor la bono imour
Li bello de vint an douno l'amour
Lou vin de Casteu-Nou donno la voio
Emai lou cant, emai l'amour, emai la joio.*

Les forces au contact du grand vent se ravivent
L'aioli donne au cœur la bonne humeur
La belle de vingt ans donne l'amour
Le vin de Châteauneuf donne le courage
Et le chant et l'amour et la joie.

Tableaux des principaux crus viticoles de la France méditerranéenne

Crus		Situation	Cépages principaux	Types de sols
A. C. = Appellations contrôlées V. Q. = Vins délimités de qualité supérieure, première catégorie.				
Banyuls (A. C.) (Pyrénées-Orientales)		Pentes des Monts Albères en bordure de la mer.	Muscat. Grenache. Macabeu. Malvoisie.	Sol brun à 2 horizons à profil tronqué. — Sol squelettique sur arènes des phyllades.
Maury (A. C.) (Pyrénées-Orientales)		Pentes des Monts Albères.	Muscat. Grenache. Macabeu. Malvoisie.	Sol brun à 2 horizons à profil tronqué. Sol squelettique sur arènes des phyllades et des granulites.
Côtes d'Agly (A. C.) (Pyrénées-Orientales)		Coteaux bordant l'Agly. Ce vignoble cointure le précédent.	Muscat. Grenache. Macabeu. Malvoisie.	
Côtes du Haut-Roussillon (A. C.) (Pyrénées-Orientales)		Coteaux entre les Monts Albères et les Corbières et terrasses du Roussillon.	Muscat. Grenache. Macabeu. Malvoisie.	Sol brun à 2 horizons à profil tronqué. Sol squelettique sur arènes des phyllades. Sol rouge sur alluvions fluviatiles anciennes.
Rivesaltes (A. C.) (Pyrénées-Orientales)		Pentes Sud - Est des Corbières ; terrasses du Roussillon.	Muscat. Malvoisie.	Sol rendziniforme sur éboulis calcaires. Sol rouge sur alluvions fluviatiles anciennes.
Blanquette de Limoux (A. C.) (Aude).		Coteaux et terrasses sur les deux rives de l'Aude.	Mauzac 9/0. Clairette 1/10e.	Sols blancs et jaunes sur marnes éocènes. Sols squelettiques divers.

Tableaux des principaux crus viticoles de la France méditerranéenne (suite)

Corbières supérieures (V. Q.). (Aude et Pyrénées-Orientales).	Pentes des Corbières méridionales.	Grenache. Carignan.	Rancio rouge et rosé.	Sol rendziniforme sur éboulis calcaires. Sols squelettique ou d'érosion.
Clairette d'Adissan (V. Q.). (Hérault)	Coteaux et basses terres de l'Hérault.	Clairette.	Blanc.	Sol brun calcaire et sol d'érosion sur marne miocène et sol rouge sur alluvions fluviatiles anciennes.
Picpoul de Pinet (V. Q.). (Hérault)		Picpoul.	Rouge.	Sol rouge sur alluvions fluviatiles anciennes.
Frontignan (A. C.). (Hérault)	Pente de la colline de la Gardirole.	Muscat doré.	Vin doux naturel (muscat).	Sol rendziniforme sur éboulis calcaires. Sol squelettique sur molasse miocène. — Sol rouges remaniés sur calcaire dur et sur alluvions anciennes.
Lunel (A. C.). (Hérault)	Bordure de la Garrigue.	Muscat.	Vin doux naturel (muscat).	Sols colluviaux sur alluvions anciennes.
Côtes-du-Rhône Sud (A. C.). (Ardeche, Drôme, Gard, Vaucluse)	Coteaux bordant la vallée basse du Rhône ne sur ses deux rives.	Grenache. Clairette. Bourboulenc. Syrah. Cinsault. Mourvèdre.	Rouge. Rosé. Blanc.	Sol rouge sur alluvions fluviatiles à cailloux roulés. — Sols squelettiques sur sables et molasse. Sol brun calcaire et sol d'érosion sur marnes.
Tavel (A. C.). (Gard)	Bordure de la garrigue nimoise sur rive droite du Rhône.	Clairette. Carignan. Bourboulenc. Colitor. Mourvèdre.	Rosé.	Sol squelettique sur sable de l'Astien. — Sol rouge sur alluvions fluviatiles à cailloux roulés (terrasse de 100 mètres).
Châteauneuf-du-Pape (A. C.).	Colline bordant le Rhône (rive gauche), à 15 km. au nord d'Avignon.	Grenache dominant Clairette, Cinsault, Syrah, Bourboulenc, Mourvèdre, Lounaise Picpoul.	Rouge. Blanc (rare).	Sol rouge sur alluvions fluviatiles à cailloux roulés (terrasse de 15, 30, 60 et 80 mètres). Sol brun calcaire et sol squelettique sur marne mol- lassique.

Tableau des principaux crus viticoles de la France méditerranéenne (suite)

Crus		Situation	Cépages principaux	Types de vins	Types de sols
A. C. = Appellations contrôlées	V. Q. = Vins délimités de qualité supérieure, première catégorie.				
Côte-du-Rhône (A. C.). Lirac. (Gard)		Bordure de la garrigue nimoise ; vallées du Rhône et de la Tave.	Clairette. Bourboulenc. Carignan. Colitor. Mourvèdre.	Rosé.	Sols squelettique sur sable de l'Astien. — Sol rouge sur alluvions fluviales à cailloux roulés.
Côte-du-Rhône (A. C.). Laudun. (Gard)		Coteaux sur les 2 rives de la Tave.	Clairette. Bourboulenc. Colitor. Ugni blanc. Grenache blanc	Blanc.	Sol squelettique sur sables et grès rendziniforme sur éboulis calcaires de l'Urgonien.
Côte-du-Rhône (A. C.) Chusclan. (Gard)		Coteaux bordant la Cèze à son confluent avec le Rhône.	Clairette. Grenache. Carignan. Bourboulenc.	Rosé.	Sols squelettiques sur grès et sables calcaires ou Cénomanien. Sol du Cénomanien.
Clairette de Bellegarde (V. Q.). (Gard)		Partie sud-est de la Costière.	Clairette.	Blanc.	Sols rouges sur alluvions fluviales à cailloux roulés.
Rasteau (A. C.). (Vaucluse)		Colline bordant la partie nord de la plaine du Comtat Venaissin.	Grenache.	Vin doux naturel.	Sol brun calcaire et sol squelettique sur marnes miocène et pliocène.
Beaumes de Venise (A. C.). (Vaucluse)		Collines formant les défenses contre les forts du Mont Ventoux.	Muscat.	Vin doux naturel (muscat).	Sol squelettique sur mollasse sableuse

Tableaux des principaux crus viticoles de la France méditerranéenne (suite)

Crus		Situation	Cépages principaux	Types de vins	Types de sols
V. Q. = Vins délimités de qualité supérieure, première catégorie.	A. C. = Appellations contrôlées				
Cassis (A. C.). (Bouches-du-Rhône)		Collines calcaires de la Provence maritime dans la commune de Cassis.	Clairette. Ugni.	Blanc.	Sol rendziniforme sur éboulis calcaires du Crétacé.
Bandol (A. C.). (Var)		Relief bordant les baies de St-Cyr, Bandol et Sanary. coteaux du Gd Vallat.	Clairette. Ugni. Grenache. Mourvèdre. Cinsault. Pécoui - Touar.	Blanc. Rosé. Rouge.	Sol rendziniforme sur éboulis calcaires du Jurassique. — Sol squelettique sur marnes sableuses du Santonien.
Bellet (A. C.). (Alpes-Maritimes)		Terrasses du Var (rive gauche).	Folle et Broquet. Belle. Roussane Clairette. Espagnol.	Rosé. Rouge.	Sol d'érosion sableux. — Sol sur poulingue du Pliocène.
Côtes de Provence (V. Q.). (Bouches-du-Rhône, Var et Alpes-Maritimes).		Coteaux de la Basse-Provence soumis encore à l'influence du climat maritime.	Grenache. Mourvèdre. Carignan. Pécoui - Touar Tibouren. Clairette. Ugni.	Rouge. Blanc (1).	Sol rouge sur calcaire dur du Trias et du Jurassique. — Sol brun à 2 horizons à profil tronqué sur phylades. — Sol squelettique d'arènes micaschisteuses. — Sols squelettiques divers.

(1) Plus rare et uniquement sur sols rendziniforme d'éboulis de calcaire lacustre dur (Cru de Palette).

INSTITUT DES ÉTUDIANTS ÉTRANGERS

COURS D'AUTOMNE

1947

L'Institut des Etudiants Etrangers de la Faculté des lettres de Montpellier organise cette année, outre son enseignement de l'année scolaire, des Cours d'Automne spécialement destinés à ceux des étrangers qui ne disposent que de la période des vacances pour venir se perfectionner dans l'étude du français.

Ces cours auront une durée de six semaines et commenceront le lundi 15 septembre pour finir le samedi 25 octobre. Ils comporteront 12 heures par semaine, soit en principe deux heures par jour. L'horaire, dont le détail est donné ci-après, en est prévu de façon à permettre aux auditeurs de profiter pleinement des agréments de la situation de Montpellier entre la mer et la montagne. Les cours n'ayant lieu en principe que le matin, les auditeurs auront toutes facilités pour goûter dans l'après-midi la fraîcheur de la plage de Palavas-les-Flots, à vingt minutes de Montpellier, où ils pourront s'adonner à la natation et aux sports nautiques.

Les cours commenceront le lundi 15 septembre, à 9 heures du matin, et auront tous lieu à la Faculté des lettres, Institut des Etudiants Etrangers, deuxième étage, salle 205.

Le tarif des cours est de 1.000 francs pour les six semaines. A la fin des cours, les étudiants assidus pourront recevoir à leur choix, soit, après un examen, une attestation d'études françaises (droit : 200 francs), soit un témoignage d'assiduité (droit : 100 francs).

Des excursions en commun seront organisées, de façon à faire connaître à ceux qui y prendront part les curiosités touristiques de la région, qui est une des plus riches de la France, tant en beautés naturelles (Mont-Aigoual, Grotte des Demoiselles) qu'en souvenirs de l'antiquité (Nîmes, le Pont-du-Gard) et du moyen âge (Carcassonne ; le Grau-du-Roi et Aigues-Mortes).

Des promenades plus courtes et des visites des curiosités de la ville pourront en outre avoir lieu l'après-midi des jours de semaine.

L'hébergement (c'est-à-dire le logement et la nourriture) est prévu pour les inscrits, et sur leur demande, à la Cité Universitaire pour les jeunes gens, et au Foyer Universitaire de l'Etudiante pour les jeunes filles. Des chambres y seront réservées à l'avance pour ceux qui :

1^o Verseront immédiatement le droit global d'inscription de 1.000 francs, à adresser par mandat international, par chèque bancaire ou par chèque postal (n^o 29-37 à Montpellier), libellé *très exactement* à l'adresse suivante :

Monsieur l'Agent comptable de l'Université de Montpellier, 33, rue Jean-Jacques Rousseau, Montpellier. Cours d'automne 1947.

2^o Et en feront en même temps la demande écrite au Secrétariat de l'Institut des Etudiants Etrangers, Faculté des lettres, 14, rue du Cardinal-de-Cabrières, Montpellier.

Les frais d'hébergement, dont le montant sera, à l'arrivée, payable d'avance à M. le Directeur de la Cité Universitaire et à M^{me} la Directrice du Foyer de l'Etudiante, seront comptés au prix global et forfaitaire de 6.000 francs en bloc pour les six semaines des cours, prix garanti net et sans suppléments, mais aussi sans ristournes, en particulier pour ceux qui voudraient s'absenter durant cette période.

La pension comprendra le petit déjeuner du matin, de 8 heures à 8 heures 30, le déjeuner à 12 heures 30 et le dîner à 19 heures 30, tous les jours sauf le dimanche, où ne sera servi que le petit déjeuner du matin. Mais il sera prévu, pour les cinq dimanches du 21 septembre au 19 octobre, des excursions organisées par la Délégation régionale

de l'Association nationale officielle « Tourisme et Travail », qui fournira aux excursionnistes des occasions de se nourrir substantiellement et à bon compte, tant à midi que le soir. Le dimanche 14 septembre, une permanence est prévue à midi et à 19 heures au local de « Tourisme et Travail » (Syndicat d'Initiative, Place de la Comédie, Théâtre municipal, entrée à gauche du perron) pour diriger les nouveaux arrivés vers un restaurant honnête et convenable.

Les étudiants n'auront droit à l'hébergement que strictement pendant les Cours d'automne.

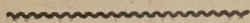
Ceux qui auront choisi la solution de l'hébergement à la Cité Universitaire ou au Foyer n'auront, à leur arrivée à Montpellier, qu'à prendre sur la place de la gare le tramway (ou autobus) à plaque rouge, direction Celleneuve, et à descendre :

1^o pour les jeunes gens, à la Cité Universitaire, où ils se présenteront à M. le Directeur ;

2^o pour les jeunes filles, au Plan Cabanes, à une centaine de mètres du Foyer Universitaire de l'Etudiante, 11, rue Saint-Louis, où elles se présenteront à M^{me} la Directrice.

En raison de la difficulté qu'il y a à se loger et à se nourrir en ville, cette solution est vivement recommandée par l'Institut des Etudiants Etrangers. Néanmoins, celui-ci se tiendra à la disposition de ceux qui en manifesteraient le désir pour les aider à trouver des pensions et des familles où ils puissent séjourner confortablement. Mais c'est là une solution plus incertaine et sensiblement plus onéreuse. Ceux qui s'y arrêteront feront bien de s'y prendre de bonne heure et de retenir leur chambre.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser à M^{lle} Vernon, secrétaire de l'Institut des Etudiants Etrangers, Palais de la Faculté des Lettres, 14, rue du Cardinal-de-Cabrières, Montpellier.



HORAIRE

	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi
Septembre	15	16	17	18	19	20
	22	23	24	25	26	27
Octobre	29	30				
	6	7	1	2	3	4
	13	14	8	9	10	11
	20	21	15	16	17	18
			22	23	24	25
	Syntaxe et Traduction	Composition française	Histoire de l'Art	Littérature française	Dictée	Philosophie
9 heures	M TESNIÈRE Professeur à la Faculté des Lettres	M. LAZERGES Professeur agréé de l'Université	M. OUDOT DE DAINVILLE Archiviste en chef de l'Hérault	M. OUDOT DE DAINVILLE Archiviste en chef de l'Hérault	M. RAOUS Professeur au Lycée	M. PEYREFITTE Professeur agrégé de l'Université Chargé d'un cours à la Faculté des Lettres
	Directeur de l'Institut des Etudiants Etrangers		puis M. CLAPARÈDE Conservateur du Musée Fabre	puis M. JOURDA Professeur à la Faculté des Lettres		

Prononciation	Corrigé de Composition française	Explication de textes	Prononciation	Histoire de France	Grammaire
M. DEBOS Professeur au Lycée	M. LAZERGES Professeur agréé de l'Université	M. DEBOS Professeur au Lycée puis M. SOLIER Professeur agréé de l'Université	M. DEBOS Professeur au Lycée	M. PRADALIÉ Professeur agréé de l'Université	M. RAOUS Professeur au Lycée
10 heures					

La Direction se réserve le droit de modifier l'horaire en cas de nécessité, notamment au début d'octobre, où la rentrée des classes du Lycée entraînera sans doute quelques aménagements d'heures.

PROGRAMME DES COURS DE CIVILISATION

LITTÉRATURE FRANÇAISE

(le jeudi à 9 heures)

La poésie lyrique en France depuis le moyen âge jusqu'à nos jours.

M. DE DAINVILLE, archiviste en chef de l'Hérault :

Jeudi 18 septembre : La poésie lyrique au moyen âge.

I : XII^{me} et XIII^{me} siècles.

Jeudi 25 septembre : La poésie lyrique au moyen âge

II : XIV^{me} et XV^{me} siècles.

M. JOURDA, professeur à la Faculté des lettres :

Jeudi 2 octobre : La poésie lyrique au XVI^{me} siècle.

Jeudi 9 octobre : La poésie lyrique au XVII^{me} siècle.

Jeudi 16 octobre : La poésie lyrique au XVIII^{me} siècle.

Jeudi 23 octobre : La poésie lyrique au XIX^{me} siècle.

HISTOIRE DE FRANCE

(le vendredi à 10 heures)

La société française, du moyen âge à nos jours.

M. PRADALIÉ, professeur agrégé de l'Université :

Vendredi 19 septembre : Le Clergé.

Vendredi 26 septembre : La Noblesse.

Vendredi 3 octobre : Le Parlement et l'Université.

Vendredi 10 octobre : La Bourgeoisie.

Vendredi 17 octobre : Les Classes rurales.

Vendredi 24 octobre : Les Artisans et les Ouvriers.

HISTOIRE DE L'ART

(le mercredi à 9 heures)

L'architecture française, et spécialement languedocienne, depuis le moyen âge jusqu'à nos jours.

M. DE DAINVILLE, archiviste en chef de l'Hérault :

Mercredi 17 septembre : L'architecture gothique en France.

Mercredi 24 septembre : L'architecture gothique en Bas-Languedoc.

M. CLAPARÈDE, conservateur du Musée Fabre :

Mercredi 1^{er} octobre : L'architecture du xvii^{me} siècle en France.

Mercredi 8 octobre : L'architecture du xvii^{me} siècle en Bas-Languedoc.

Mercredi 16 octobre : L'architecture du xviii^{me} siècle en France.

Mercredi 22 octobre : L'architecture du xviii^{me} siècle en Bas-Languedoc.

PHILOSOPHIE

(le samedi à 9 heures)

La pensée française depuis le moyen âge jusqu'à nos jours.

M. PEYREFITTE, professeur agrégé de l'Université, chargé d'un cours à la Faculté des lettres :

Samedi 20 septembre : Le moyen âge et notre génie national.

Samedi 27 septembre : La Renaissance en France.

Samedi 4 octobre : Le siècle de Louis XIV et le rationalisme cartésien.

Samedi 11 octobre : La déclaration des droits et la Révolution.

Samedi 18 octobre : Le xix^{me} siècle et le mouvement positiviste.

Samedi 25 octobre : Etat présent de la pensée philosophique française.

C. — Le programme et les itinéraires

I. — Horaire du programme de Montpellier

JEUDI 1^{er} MAI

Arrivée des congressistes à Montpellier. Une permanence est assurée, à partir du mercredi 30 avril, au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences (Palais de l'Université), pour recevoir les congressistes.

11 heures. — Séance inaugurale dans la Salle des Fêtes de l'Université.

14 h. 30. — Conférence de M. PRASSOLOV : *Cartographie des sols du Monde*.

16 heures. — Conférence de M. KELLOG : *Cartographie des sols aux U. S. A.* Coucher à Montpellier.

VENDREDI 2 MAI

9 heures. — Conférence de M. GESLIN : *Caractérisation des climats locaux*.

10 h. 30. — Conférence de M. CROWTHER : *Récents progrès dans le domaine de la chimie du sol (humus)*.

14 heures. — Excursion aux environs de Montpellier (sols rouges et jaunes). *(Brown forest - immature + imperfectly drained. ① - Terra Rossa)*

18 h. 30. — Réception à la Chambre de Commerce (Grand'Rue, à Montpellier).

Coucher à Montpellier.

SAMEDI 3 MAI

8 h. 30. — Conférence de M. PALLMANN : *Phytogéographie et pédologie*.

10 heures. — Conférence de M. WALLACE : *Oligo-éléments et pédologie*.

11 h. 15. — Départ pour Saint-Guilhem.

Déjeuner à Saint-Guilhem.

Retour à Montpellier en visitant la zone d'irrigation de Gignac et les sols d'alluvions anciennes siliceuses. Profil de sol jaune sous Rosmarinetum à Saint-Paul. Visite de la Cave Coopérative de Murviel-les-Montpellier.

Coucher à Montpellier.

DIMANCHE 4 MAI

7 heures. — Départ pour excursion à l'Aigoual. Aller par Valleraugue. Retour par le col du Minier et le Vigan.

Déjeuner à l'Espérou.

Sols bruns à la limite de la région méditerranéenne (châtaigneraies). et dans les hêtraies de la Sereyrède (1.160 m.). Sols de montagne et humus subalpin silicaté vers le sommet de l'Aigoual (1.560 m.).

Coucher à Montpellier.

LUNDI 5 MAI

9 heures. — Conférence de M. VEIHMEYER : *L'eau dans le sol. Rapports avec l'irrigation.*

10 h. 30. — Conférence de M. HENIN : *Données actuelles sur l'argile des sols.*

14 heures. — Communications.

17 h. 30. — Réception par la Municipalité au Musée Fabre.

21 heures. — Soirée à la Faculté des Lettres (tenue de ville).

Coucher à Montpellier.

MARDI 6 MAI

7 h. 30. — Départ pour Nîmes : A Saint-Brès (terres rouges colluviales sur sable jaune pliocène. A Vauvert (sols rouges sur alluvions siliceuses). A Bellegarde (Loess-lehm et niveau d'accumulations calcaires).

Déjeuner à Nîmes.

15 heures. — Traversée de la garrigue nimoise. Loess de Collias. Pont du Gard. Loess et croûtes à Ledenon.

21 heures. — Réception par la Municipalité nimoise.

Coucher à Nîmes.

MERCREDI 7 MAI

7 heures. — Départ pour Arles, la Camargue et la Crau. Au Petit-Passon, en Camargue : sols salins. A l'étang des Chanoines, en Crau : passage des sols rouges sur poudingue pliocène au sol noir des marais.

Déjeuner à Arles.

14 h. 30. — Départ pour Marseille.

A Barbegal : Rendzine datée sur vieille minoterie romaine et paleosol rouge sur mollasse. Traversée de la Crau cultivée et des Coussouls.

Arrivée à Marseille vers 18 h. 30.

21 heures. — Réception par la Municipalité.

Coucher à Marseille.

JEUDI 8 MAI

Embarquement pour Alger.

II. — Description des itinéraires, des excursions et des sols

ITINÉRAIRE I

(Deuxième jour du Congrès, après-midi du 2 mai)

ENVIRONS DE MONTPELLIER

Excursion à Castelnau (sols rouges), Fontfroide et Tour Piquet (sols jaunes), la Colombière (sols rouges), Caunelle (sols jaunes), Montpellier. 25 kilomètres environ (1).

Sortie de Montpellier par la R. N. 87 jusqu'à *Castelnau* (3 km.), localité qui constitue un faubourg industriel et de résidence de Montpellier (anciennes tanneries et raffinerie de soufre).

Après avoir traversé le Lez, prendre à gauche la route d'Assas, G. C. 21. Celle-ci suit la gorge surimposée par le Lez à travers le pli calcaire de Montpellier. Au-dessus, ancien site de Substantion, relai sur la voie romaine (Voie domitienne) qui courait sur la surface nivelée du pli de Montpellier.

Arrêt pour l'étude du sol rouge sur jurassique.

En face, sur la rive droite, domaine de la Valette, exploité par l'*Ecole Nationale d'Agriculture*, établi partie en garrigue (chênaie d'yeuses et pinède de pins d'Alep sur jurassique et calcaire marneux infracrétacés), partie sur les marnes infracrétacées du Valanginien et alluvions modernes (vignoble et ferme d'apiculture). Le long de la rivière, au creux de la gorge, type de forêt-galerie méditerranéenne ; à noter quelques cyprès chauves à pneumatophores.

La route débouche au-delà de la gorge dans un large bassin tapissé de marnes infracrétacées, de calcaires lacustres éocènes (Lutétien) et de marnes jaunes oligocènes : sur ces dernières, belles pinèdes de pins d'Alep.

(1) Abréviations: R. N. = route nationale; R. D. = route départementale; G. C. = chemin de grande communication; I. C. = chemin d'intérêt commun; R. F. = route forestière; V. C. = chemin vicinal ordinaire; à g. = à gauche; à dr. = à droite; r. = route.

Prendre, à gauche, I. C. 12 et, 1 km. 700 plus loin, laisser à droite le chemin sur Clapiers ; 2 km. 400 plus loin, tourner à gauche, prendre R. D. 17, traversée du Lez à Montferrier. Notez le site curieux de Montferrier, village-oppidum juché sur un dyke de basalte. Suivre R. D. 17 sur 2 km. 500 vers le sud pour prendre, à droite, le chemin de Fontfroide, I. C. 12 t, qui remonte la Lironde. Le chemin passe sous l'aqueduc qui conduit les eaux de la source du Lez et de Saint-Clément à Montpellier.

Arrêt pour l'étude des sols jaunes sur marnes oligocènes dans une lande à Romarin, dérivée de la coupe d'une pinède (domaine de Fontfroide, type de grand domaine constitué dès le XVI^e siècle par la noblesse de robe passée, après 1789, à la bourgeoisie industrielle ou commerçante montpelliéraine). Les pins de ces bois sont soumis au gemmage.

On rejoint par I. C. 27 e la route de Ganges, R. N. 186, que l'on suit en direction du sud vers Montpellier.

Arrêt à la traversée du pli de Montpellier. Ancien bois d'yeuses de la Colombière (étude des sols rouges).

On quitte la route de Ganges pour prendre, à droite, le chemin de Celleneuve. La route court d'abord dans marnes aquitaniennes déblayées par le Merdançon, puis s'élève sur un petit plateau de cailloutis quartzeux emballés dans un limon rouge pliocène (Villafranchien). Noter, au nord du carrefour de la route de Grabels, I. C. 27, le Château d'O, résidence créée au XVIII^e siècle par l'intendant de la Généralité de Montpellier, de Saint-Priest (beau parc, bassins et statues) ; plus loin, à gauche du chemin, le domaine d'Alco, type de grand domaine du XVIII^e siècle. On notera, encore à gauche, la Station d'Expériences agricoles de Bel-Air, dépendance de l'Ecole Nationale d'Agriculture signalée par une tour métallique qui porte des appareils d'observations météorologiques : ce domaine, spécialisé dans la culture de l'olivier et des problèmes d'oléiculture sert aussi de station de climatologie agricole ; une installation, due à M. Chaptal, capte l'humidité atmosphérique occulte (dépôts aqueux) par absorption.

On rejoint la R. N. 109 à Celleneuve, que l'on suit en direction de l'ouest. Au-delà du pont sur la Mosson, prendre, à droite, le chemin de Caunelle, vieux domaine de bourgeoisie que signale son beau parc le long de la Mosson. Arrêt, si possible, pour voir des sols jaunes sur marnes oligocènes.

Retour à Montpellier par la R. N. 109, qui traverse de nouveau, entre Celleneuve et la ville, la nappe de cailloutis du Pliocène supérieur.

Sols rencontrés au cours de cette excursion

1. TERRE JAUNE MÉDITERRANÉENNE SUR MARNES BARTONIENNES (FONTFROIDE)

a) Caractères généraux du profil

A₀ : 0,2-0,4 cm. : Feuilles sèches de *Rosmarinus* ; pas de litière en décomposition.

A₁ : 5 cm. : Terre brune, humique, friable, riche en racines, nombreux lombrics (aussi dans A₂).

A₂ : 20 cm. : Brun-jaunâtre, plus compactes racines, surtout des arbustes.

G : 30 cm. : Terre compacte, tachetée ; passage diffus aux marnes ; efflorescences de carbonates.

C : Marnes bariolées.

b) Analyse chimique (p. 100)

	A ₁	A ₂	G	C
pH	7,32	7,67	7,92	—
SiO ₂				
Fe ₂ O ₃	7,4	4,11	2,8	5,36
Al ₂ O ₃	15	22,5	23,25	14,9
CaO	24	22	37	42
MgO	0,31	0,42	0,39	0,47
K ₂ O	0,026	0,34	0,20	0,28
Na ₂ O	»	»	1,07	0,77
P ₂ O ₅	0,11	»	0,17	0,09

c) Association correspondant à cette terre jaune

Forêt de Fontfroide, près de Montpellier, 80 m. d'altitude.

Rosmarineto-Lithospermetum ericetosum (voir G. BRAUN-BLANQUET, *La lande à Romarin et Bruyère* (Rosmarino-Ericion) en Languedoc (Comm. S.I.G.M.A., n° 48, 1936).

Sous-sol : Marnes bariolées.

Recouvrement 80 %. Hauteur des arbustes, 60-80 cm. Surface, 100 m².

Strate arbustive :

6 Exempl. *Pinus halepensis*
(15 ans)

3-2.3 *Rosmarinus officinalis*

3-2.3 *Erica multiflora*

2.2 *Juniperus Oxycedrus*

1.1 *Genista scorpius*

1.2 *Phillyrea angustifolia*

1.2 *Dorycnium suffruticosum*

+2 *Quercus coccifera*

+2 *Pistacia Lentiscus*

+1 *Lithospermum fruticosum*

+2 *Thymus vulgaris*

+ *Rubia peregrina*

Strate herbacée :

2.1 *Fumana ericoides*

1.2 *Festuca ovina* ssp. *duri-*
uscula

1.1 *Carex glauca*

1-2.3 *Aphyllanthes monspe-*
liensis

1.2 *Hippocrepis comosa* ssp.
glauca

1.1 *Bupleurum rigidum*

1.2 *Coris monspeliensis*

1.2 *Globularia Willkommii*

1.2 *Hieracium pseudopilosella*

+ *Bromus erectus*

+ *Brachypodium phoenicoi-*
des

+ *Potentilla verna*

+ *Cytisus argenteus*

+ *Brunella hyssopifolia*

+ *Galium pumilum* ssp. *Ti-*
meroi

r *Ophrys litigiosa*

Cryptogames :

1.2 *Trichostomum crispulum*

+2 *Pleurochaete squarrosa*

+ *Nostoc commune*

2. TERRA ROSSA

a) Caractères généraux du profil complet de la terra rossa

A_0 : Déchets végétaux peu altérés en couche assez compacte, en général peu épaisse (1, 2, rarement plus de 5 cm.), s'opposant à l'évaporation du sol. La partie inférieure de l'horizon est plus ou moins décomposée avec mycelia de champignons.

A_1 : 5, 15, 25 cm., très rarement plus, de terre fine, granuleuse, très aérée, parfois avec quelques pierres, assez riches en matières organiques (6, 10 [20] %), brun ou gris-noirâtre, décalcifié, riche en filaments mycéliens jusqu'à 20 cm. de profondeur. Faune variée. pH : 7-8.

TrB₁ (A_2) : (10), 30-150 cm. de terre fine granuleuse, décalcifiée, plus compacte que dans A_1 , se brisant généralement en morceaux anguleux (avec ou sans fragments de pierres corrodées) ; couleur habituelle, brun-rougeâtre, parfois jaunâtre, très pauvre en humus (1-4 %), riche en racines assez fortes. Vers de terre assez nombreux. pH 7,25-8,2. L'horizon TrB₁ passe insensiblement à TrB₂.

TrB₂ (A₃) : (15), le plus souvent plus de 50 cm. de terre fine, décalcifiée, argileuse (atteignant parfois 8-10 m. d'épaisseur), très plastique, compacte, presque sans humus, durcissant au contact de l'air et se brisant alors en gros morceaux polyédriques de couleur brique intense, brun-rougeâtre ou jaunâtre, luisants sur le frais, avec, souvent, des taches noires (Mn). Peu de racines fortes des grands arbustes et arbres. pH 7,4-8,3.

C : Sous-sol géologique très varié (calcaire compact).

b) *Analyse mécanique d'un profil à la Colombière* (p. 100)
(d'après E. BLANCK, J. BRAUN-BLANQUET et W. HEUKESHOVEN)

	A ₁		TrB ₁		TrB ₂	
	—		—		—	
Argile, limon	27,6	24,6	44	35,7	57,9	55,4
Sable fin	33,4	36,8	43,3	44,5	31,9	40,8
Sable grossier	39	28,6	12,7	19,8	9,3	3,8

c) *Analyse chimique* (p. 100) *des horizons*
(d'après E. BLANCK, J. BRAUN-BLANQUET et W. HEUKESHOVEN)

Horizons	A ₁	TrB ₁	TrB ₂	TrB ₂	TrB ₂
Profondeur	3-10 cm.	80 cm.	2 m.	6 m.	5 m.
	—	—	—	—	—
SiO ₂	54,70	60,39	55,36	54,07	61,97
TiO ₂	1,08	1,02	0,82	0,84	0,92
Al ₂ O ₃	13,00	15,35	19,14	20,64	16,45
Fe ₂ O ₃	5,30	5,95	7,09	7,27	6,44
Mn ₂ O ₄	0,36	0,43	0,28	0,15	0,28
CaO	2,44	1,38	2,12	2,76	1,06
MgO	1,09	1,74	1,39	1,05	1,17
K ₂ O	1,60	1,51	1,17	1,25	1,87
Na ₂ O	0,80	0,68	0,41	0,41	0,66
P ₂ O ₅	0,10	0,07	trace	0,19	0,37
CO ₂	1,53	0,74	1,29	1,01	0,75
Mat. organiq.	6,99	2,64	1,22	0,31	0,41
H ₂ O hydr.	7,93	5,95	6,06	7,97	6,59
Humidité	3,38	2,65	3,86	2,78	1,93
TOTAL	100,30	100,50	100,21	100,70	100,87

NOTE. — Les horizons Tr B₁ et Tr B₂ renferment parfois quelques grains de quartz, provenant, au moins en partie, d'impuretés de la roche sédimentaire. Les parties inférieures de Tr B₂ remontent au Tertiaire (datées à La Colombière).

L'association correspondant à ce profil est le *Quercetum Ilicis* dont le relevé complet figure dans BRAUN-BLANQUET, La chênaie d'Yeuse médit. *Stat. int. de Géobot. médit. et alpine*, N° 45, 1936.

d) *Analyse chimique du calcaire jurassique du sous-sol*

(Horizon C, p. 100)

(d'après E. BLANCK, J. BRAUN-BLANQUET et W. HEUKESHOVEN)

CO ₂ Ca	98,86
SiO ₂	0,08
Al ₂ O ₃	0,25
Fe ₂ O ₃	0,46
CaO	0,71
MgO	»
K ₂ O	0,06
Na ₂ O	0,04
H ₂ O	0,16
TOTAL	100,62

3. BANDES DE TERRE JAUNATRE SE TROUVANT PAR ENDROITS
ET A DIFFÉRENTES PROFONDEURS (1-4 m.)
DANS LA TERRA ROSSA (LA COLOMBIÈRE)

a) *Analyse mécanique* (p. 100)

Argile	54,5
Limon	14
Sable fin	20,25
Sable grossier	5,5
Matières organiques	3,63
Calcaire (total)	2,1

b) *Analyse chimique* (p. 100)

Fe ₂ O ₃	1,42
CaO	3,92
Al ₂ O ₃	15
MgO	0,25
K ₂ O	0,80
P ₂ O ₅	0,10

ITINERAIRE II

(Troisième jour du Congrès, le 3 mai)

Saint-Martin-de-Londres, Saint-Guilhem-le-Désert (garrigues servant de socle au pic Saint-Loup et gorges de l'Hérault), Aniane, Gignac (plaine alluviale à alluvions anciennes de l'Hérault). 93 kilomètres environ.

A) *Garrigues et gorges de l'Hérault*. Départ par la route de Ganges, R. N. 586. A 1 kilomètre, à gauche, Asile d'aliénés (Font d'Aurelle). Au-delà du pli de Montpellier, la route traverse un bassin ondulé dans marnes oligocènes (pinèdes de Fontfroide), puis garrigue sur calcaires oligocènes, ensuite traversée du bassin de marnes oligocènes de Saint-Gély-du-Fesc, tapissé de vignobles.

11 km. 5. *Saint-Gély-du-Fesc*, type de village de bassin de garrigue aux maisons serrées (caves au rez-de-chaussée, habitation à un étage, auquel on accède parfois par un escalier extérieur ; grenier au-dessus).

Au-delà du village, la vue se porte, en avant et à droite, sur la longue crête calcaire du pic Saint-Loup (altitude 633 m.) ; plus à droite, la falaise blanche de la montagne d'Ortus (graphie illogique d'Hortus de la carte d'Etat-Major), rebord résistant d'une cuvette synclinale faisant suite au nord au pli de Saint-Loup.

Laisser à droite la G. C. 3 vers les Matelles. La route longe, à gauche, un escarpement de faille séparant la garrigue du bassin de Saint-Gély-du-Fesc, puis s'élève sur le plateau de Cazevieille. Belle vue, à droite, sur les bassins de garrigue qui s'étendent jusqu'au Vidourle (cuvettes marneuses alignées nord-sud dissymétriques, séparées par des escarpements de failles ; les pinèdes éparses confèrent un charme particulier à ce paysage.

La route court sur le plateau de Cazevieille-Viols-le-Fort : surface d'érosion (alt. 280 m.) sur jurassique à couverture de sol rouge, jadis très boisé ; l'exploitation acharnée depuis 1940 a appauvri les paysages de bois-taillis très dégradés.

A la descente, sur le bassin oligocène de Saint-Martin-de-Londres, noter, à droite, l'escarpement vertical (400 m.) du flanc nord du pic Saint-Loup (silhouette d'un chapeau de gendarme) et la falaise de l'Ortus qui lui est opposée.

On découvre, au loin, vers le nord, le massif de l'Aigoual.

25 kilomètres. *Saint-Martin-de-Londres*, village de bassin de garrigue, chef-lieu de canton. Belle église romane à coupole et tour lanterne du XII^e siècle, dépendance du monastère de Saint-Guilhem-le-Désert.

Au débouché nord du village, laisser la R. N. 586 et prendre le chemin du Moulin de Bertrand, I. C. 22. La route s'élève par lacets sur les reliefs qui séparent le bassin de Saint-Martin-de-Londres des gorges de l'Hérault, *monadnocks* qui dominant de 200 mètres la surface d'érosion de Cazevieille et Viols-le-Fort (bois de Bouis, 488 m., la Sellette, 544 m. 5) ; type de paysage semi-forestier des garrigues à bois denses d'yeuses et de chênes pubescents.

Le Frouzet, type de petit hameau dans une clairière de culture au milieu des bois taillis, étape sur une piste de transhumance conduisant vers l'Aigoual et qui traversait l'Hérault au pont de Saint-Etienne-d'Issensac ; *lavogne*, ou mare cimentée, pour les bêtes ovines ; économie sylvo-pastorale.

La route dévale ensuite sur une véritable gorge héroïque. Les eaux de l'Hérault, retenues par le barrage de l'usine électrique, dite du *Moulin de Bertrand*, forment un beau lac sinueux qui s'allonge entre des versants raides peuplés d'une garrigue touffue d'yeuses et de pubescents (usine hydroélectrique coopérative fondée par une dizaine de communes associées).

La route escalade avec hardiesse les versants de la rive droite, débouche sur le plateau du Causse-de-la-Selle, surface d'érosion à 280 mètres d'altitude, que domine, à l'ouest, la falaise dénudée de la Séranne, escarpe orientale du Larzac. Le paysage est déjà karstique, avec quelques vastes dolines qui s'ouvrent au milieu des bois taillis et qui ont fixé les champs.

37 km. 5. *Le Causse-de-la-Selle* est un village de colonisation (*cella*) dépendant de l'abbaye de Saint-Guilhem-le-Désert.

Tourner à gauche, prendre G. C. 4 ; 3 km. 5 plus loin, début d'une descente de 5 km. 5 ; la route s'engage dans un ravin très encaissé dont elle utilise le talweg asséché (Combe du Cor) pour déboucher de nouveau au fond des gorges de l'Hérault, près d'un barrage sur lequel s'amorce le canal d'irrigation de Gignac.

3 km. 5 en aval, un deuxième barrage inutilisé par suite de l'éclipse des eaux du fleuve dans les fissures du calcaire. La route court sur une terrasse rocheuse habillée d'une pellicule d'alluvions couvertes de prairies et dans laquelle le fleuve a emboîté un canyon secondaire. Au-dessus, les versants sont envahis par la dolomie et hérissés de pinacles et de rochers ruiniformes.

51 km. 5 (14 km. du Causse-de-la-Selle), *Saint-Guilhem-le-Désert*. Le village s'est établi le long d'un ruisseau, le Verdus, qui ébrèche les versants de la rive droite des gorges à une remontée anticlinale qui fait affleurer les couches tendres et imperméables du Lias (?) et favorise la venue de sources ; le Verdus n'a pas encore raccordé son profil avec

celui de l'Hérault et le rejoint par une petite chute. La vallée du Verdu est resserrée vers l'aval, ne laisse place qu'aux maisons du village alignées sur la rive gauche et dominées par un piton hérissé de dolomies et sur lequel sont perchées les ruines d'un refuge fortifié (château de Don Juan) et s'épanouit, en amont, dans une véritable *reculée* appelée *Bout-du-Monde*. La coulée verte des prairies au fond fait contraste avec les falaises gris-blanc des dolomies massives qui couronnent les versants d'éboulis ; ceux-ci sont retenus à l'adret par un espalier de terrasses plantées d'oliviers. Le village doit sa célébrité au monastère de Gellone créé au début du IX^e siècle par Guillaume, duc d'Aquitaine, dont la lutte contre les Sarrasins a été glorifiée dans les Chansons de Geste du Cycle de Guillaume d'Orange : ce monastère, qui reçut d'importantes donations et qui possédait un morceau de la vraie Croix, fut un site religieux très visité au moyen âge.

L'église abbatiale, construite aux XI^e et XII^e siècles, offre un remarquable exemple de l'architecture romane lombarde — elle est flanquée, au sud, par les ruines d'un cloître dont une partie des pierres a servi à une reconstitution au *Metropolitan Museum* de New-York.

En aval de Saint-Guilhem, la route court dans une gorge sauvage au fond de laquelle le fleuve s'encaisse entre des murailles calcaires, creusées de belles marmites de géant. Au-delà des vieux *moulins de Brunant* du XI^e siècle, les eaux passent, en tourbillonnant, sous une table de tuf formée par les dépôts d'une source dont les eaux tombent en *cascadeilles*.

Plus loin, conque d'une source vaclusienne, la *Clamouse*, dont les eaux tombent en cascade ; elles animaient jadis une petite usine de *verdets* (acétate de cuivre). Après de grosses pluies, l'eau jaillit par l'ouverture béante d'une grotte ; grâce à la sécheresse exceptionnelle de 1945, l'exploration de cette grotte a permis la découverte d'une salle souterraine magnifique, tapissée de stalagtites et de stalagmites et dont l'aménagement est projetée.

La route passe sous un pont-aqueduc qui livre passage à la branche du canal d'irrigation, qui arrose la rive droite de la plaine de l'Hérault, sur laquelle elle débouche, traverse l'Hérault par un pont hardi d'une seule arche ; ce pont surplombe un gouffre profond de 20 mètres qu'enjambe, un peu plus en aval, un pont dont la construction remonte au XI^e siècle, le pont du Diable (3 km. de Saint-Guilhem). 54 kilomètres.

*
**

B) *Plaine alluviale de l'Hérault*. La plaine est limitée à l'ouest par le déroulement du relief de la Montagne Noire orientale, d'où émergent la corne du pic de Visseus, 432 m. (calcaire dévonien), la longue échine

dolomitique de Saint-Jean-d'Aureilhan (520 m.) ; plus au nord, les plans étagés de la chaussée volcanique de l'Escandorgue, le bastion, isolé du Larzac, couronné des dolomies massives, du rocher des Deux-Vierges (535 m.).

La route R. D. 27, pendant 4 kilomètres, court à travers les vignes qui bénéficient des eaux d'un canal d'irrigation. 500 mètres avant Aniane, bifurcation, prendre à droite R. D. 32.

4 km. *Aniane*, chef-lieu de canton de 2.000 habitants, né près de deux grosses sources jaillies de la garrigue (Saint-Rome et St-Laurent), autour d'une abbaye bénédictine construite par saint Benoît vers 782, probablement sur l'emplacement d'un ancien *fundus* gallo-romain détruit par les Arabes. L'abbaye détruite par les protestants a été relevée au XVII^e siècle par les Bénédictins de la Congrégation de Saint-Maur. A l'abbaye devenue un établissement pénitentiaire (maison d'éducation surveillée), s'adosse une belle église, ancienne chapelle abbatiale, construite dans le style jésuite. Abbaye et village sont établis sur une terrasse que tranche le ruisseau des Corbières.

En entrant dans Aniane, tourner à droite, suivre R. D. 32. La route traverse le ruisseau des Corbières et la voie ferrée de l'Intérêt local.

La route court pendant 4 kilomètres, jusqu'à Gignac, sur la terrasse alluviale et sous une voûte de platanes. A gauche de la route, terrasse et collines de marnes oligocènes couvertes de vigne et d'oliviers.

9 km. *Gignac* (30 km. de Montpellier), chef-lieu de canton de 3.000 habitants où l'on rejoint la R. N. 109. Le village, né d'un *fundus* gallo-romain, dominé par une tour carrée et par un chemin de Croix, a tiré son importance de son rôle d'étape sur la route de Montpellier vers l'Auvergne par les Causses, avant la traversée de l'Hérault ; ce sont les gens de Gignac qui ont fait, au XVIII^e siècle, les frais de la construction d'un pont avec le produit de la coupe des bois de leur garrigue. Gignac est devenu, depuis quarante ans, un centre de culture et, depuis quelques années, un marché de raisins de table : Chasselas au mois d'août et Servants, en octobre).

*
**

C) Bassin de Garrigue.

Gignac-Montpellier. Tourner à gauche, pour suivre R. N. 109, qui ramène à Montpellier. La route s'élève sur des coteaux de marnes oligocènes plantés de vignes et d'oliviers ; quelques rares domaines isolés. 3 km. après, elle se hisse sur les pentes de la garrigue.

7 km. *La Taillade* (ancien relai) ; au-delà, à gauche, le bassin oligocène de la Boissière, orienté N.-S., dominé par un escarpement de faille

(Signal de Saint-Martin, 366 m.), type de bassin de garrigue que draine le Coulazou. Cette rivière, qui s'évade du bassin de la Boissière par un défilé creusé dans le calcaire lutétien, évite le bassin tertiaire de Saint-Paul-Montarnaud, orienté O.-E. et qu'emprunte la route, pour scier, par des gorges tortueuses, les garrigues larges d'une dizaine de kilomètres, nivelées aux dépens d'un faisceau de trois plis anticlinaux du système dit de Montpellier.

On notera, sur la droite, des gîtes à bauxite au flanc des garrigues.

11 km. 5. *Saint-Paul-et-Valmalle*. Arrêt pour l'étude des sols jaunes (marnes tertiaires), sous un *Rosmarinetum*. La route suit le fond du bassin tertiaire au milieu de vignobles établis sur des marnes et de landes à Romarin reléguées sur des poudingues et grés éocènes. Ce bassin fait partie d'un synclinal compartimenté à la suite des mouvements alpins par des escarpements de *cuesta* et de failles. A gauche, le village de Montarnaud, au pied d'un château perché sur les calcaires lutétiens, au-dessus duquel se dresse la longue muraille d'une *cuesta* lutétienne.

Au nord, villages perchés de Valhauquès, de Combaillaux, au pied d'escarpements de faille.

A 2 km. environ de Saint-Paul, prendre à droite (G. C. 27), pour gagner Murviel-les-Montpellier. Le chemin traverse une dépression formée par les marnes bartoniennes, puis s'élève sur des pentes de calcaire jurassique formant la retombée nord du pli dit de Montpellier. Il laisse, à gauche, le site de l'ancien oppidum gallo-romain de Murviel, puis dévale dans une combe ouverte dans les formations liasiques aux dépens d'un dôme, aux flancs duquel est juché le petit village de Murviel-les-Montpellier (à 4 kilomètres de l'embranchement). Visite de la cave. Prendre G. C. 27E. Le chemin court dans la combe liasique, atteint (3 km.) Saint-Georges-d'Orques, important village du rebord de la garrigue, établi au sommet d'un cône de déjection villafranchien, dont les cailloutis quartzeux ont fait la réputation du cru de vin qui y est récolté.

22 km. 5. On rejoint, près de Juvignac, la vallée de la Mosson, couverte de vignobles au pont de Juvignac. (Voir Itinéraire I pour la rentrée à Montpellier.)

Les sols rencontrés au cours de cette excursion sont identiques à ceux de l'itinéraire précédent.

ITINERAIRE III

(Quatrième jour du Congrès, le 4 mai)

Excursion de l'Aigoual (205 kilomètres environ).

A) *Aller par Valleraugue*. Départ par la R. N. 586.

Jusqu'à Saint-Martin-de-Londres, voir Itinéraire II.

25 km. Au-delà de Saint-Martin-de-Londres, la route court à la bordure du bassin oligocène (marnes).

27 km. 9, 500 mètres après le hameau de Mascla, la route enjambe le pont du Lamalou, ruisseau né dans le bassin de St-Martin-de-Londres et qui s'ouvre vers l'Hérault, dans la masse des plateaux calcaires jurassiques, un canyon sinueux, impraticable, le *ravin des Arcs*.

Elle s'élève ensuite sur le plateau par la rude *côte de la Cardonille*, hérissée d'une garrigue dure et épineuse, recoupe la draille (chemin de transhumance) n° 1.

31 km. 8. Belle vue sur la Séranne, à droite, le rocher de la Tude, le pic d'Anjeau, l'Aigoual. Ensuite, bassin oligocène de Saint-Bauzille-de-Putois (40 kilomètres), où conflue l'Alzon avec l'Hérault. Après le pont sur l'Alzon, noter, à droite, un chemin qui remonte la vallée de l'Alzon pour escalader à travers un espalier d'olivettes les pentes d'un massif calcaire, le Thaurac, au flanc duquel on aperçoit l'ouverture d'un tunnel qui permet l'accès de la *grotte des Demoiselles*, merveille souterraine languedocienne, très bien aménagée et de visite facile.

La route s'engage dans un superbe canyon aux parois abruptes, long de 4 kilomètres, gardé à l'issue nord par le château qui domine le village de Laroque. La route débouche sur le bassin de marnes infracrétacées de Ganges.

46 km. *Ganges*, 4.381 habitants, petite ville industrielle, bonneterie de soie (bas), située au contact des garrigues et des Cévennes, alt. 183 m. Le bassin qui se continue à l'est vers Saint-Hippolyte-du-Fort et le Vidourle est fermé, vers l'ouest, par la Séranne, vers le nord, par les *cuestas* calcaires jurassique (Cagnasses) et infraliasique (la Fage), qui dressent, contre les Cévennes, leur promontoire busqué. L'Hérault et son affluent, le Rieutord, qui confluent dans le bassin de Ganges, ont ouvert, dans cette ligne de *cuesta*, deux cluses en entonnoir de percées conséquentes.

La route vers l'Aigoual (R. N. 99 jusqu'à Pont-d'Hérault), suit la rive gauche de la cluse de l'Hérault au-delà de Ganges.

Sur la gauche, débouche la vallée en gorge de la Vis. On dépasse

ensuite le site pittoresque de Saint-Julien-de-la-Nef, rive droite de l'Hérault. La route se faufile au pied de hauteurs de 500 mètres environ, faites de sédiments paléozoïques calcaires géorgiens, très taraudés et débités parfois en pain de sucre. L'ouverture de galeries de mines abandonnées indiquent une minéralisation intense de cette zone (cuivre et plomb argentifère), le tout habillé d'une garrigue dense d'yeuses et de chênes pubescents qui envahissent les cultures abandonnées.

55 km. Avec les schistes à sérinite (potsdamiens), la végétation est plus dense, et les fougères conquièrent les friches. Les pentes sont débitées en terrasses plantées de vigne en hautains, parfois de treilles et de mûriers taillés bas. Au-dessus, chênaie d'yeuses et châtaigniers. Des prairies piquetées de pommiers accompagnent le talweg.

57 km. *Pont-d'Hérault*, au confluent de la vallée de l'Arre ; laisser à gauche la R. N. 99 qui conduit au Vigan et suivre la R. N. 586. En amont, la route sinueuse court sur la rive gauche au pied des versants, offrant les mêmes paysages que ceux qui sont décrits plus haut. Les hameaux se perchent avec hardiesse sur les pentes, flanqués des quenouilles effilées des cyprès ; à droite, le Villaret ; plus loin, à gauche, le hameau de la Coste.

63 km. La vallée se resserre brusquement à la traversée d'une barre de granite dont la décomposition en boule explique le nom du lieu de *Peyregrosse*.

En amont du Mazel, la vallée s'épanouit de nouveau. La châtaigneraie enrobe les versants d'ubac surtout, la vigne s'accroche en terrasses aux adrets ; au fond du talweg, prairies piquetées de pommiers et de mûriers.

68 km. La route passe au Gasquet sur la rive droite, puis au Grenouillet, sur la rive gauche.

72 km. 5. *Valleraugue*, 350 m., a conservé des magnaneries et filatures de soie.

En amont, la route suit la vallée pendant 4 kilomètres ; les châtaigneraies, à sous-bois de genêts à balais, escaladent les pentes jusqu'à 800 m. Au-delà des laveries, des mines abandonnées, on aperçoit l'ensemble de la haute vallée de l'Hérault, aux versants tailladés de profonds ravins, le col de la Séreyrède, et, à droite, l'observatoire de l'Aigoual.

La route abandonne le fond de la vallée pour se hisser, pendant 14 kilomètres, de 400 à 1.200 mètres, par une succession de lacets serrés, à travers la châtaigneraie, puis de magnifiques reboisements en hêtres, mêlés de pins sylvestres et de mélèzes.

86 km. 1. *Aux Trois-Fontaines*, 910 mètres, belle source aménagée, ombragée de Sorbiers des Oiseleurs.

Au-dessus, à partir de 950 mètres, beau reboisement en sapins, épicéas et mélèzes, hêtres et même en pins Cembro. Le mélèze domine ; il a servi d'abri aux épicéas et sapins.

Au dernier lacet avant la montée vers l'Espérou, on embrasse l'ensemble de la haute vallée de l'Hérault.

92 km. *L'Espérou*, 1.200 mètres, situé au bord d'un plateau pastoral, aux prairies bordées de beaux frênes, qui s'incline vers le vallon de Pueylong, branche supérieure de la Dourbie, affluent du Tarn ; centre de sports d'hiver et de villégiature d'été pour les Nimois.

Tourner à droite et prendre R. F. n° 3. La route rejoint la vallée de l'Hérault qu'elle surplombe.

93 km. 5. Col et maison forestière de la Séreyrède, alt. 1.302 m., à proximité fut, jadis, édifié un hospice, Saint-Bernard Cévenol, N.-D. du Bonheur. On est ici à la limite des deux versants méditerranéen et atlantique. Fontaine d'eau glacée : une inscription en latin recommande d'en user avec modération.

A gauche, par la F. F. n° 2, qui conduit à la vallée du Bonheur, à travers une belle forêt de mélèzes. A 7 km., l'abîme de Bramabiau, résurgence au fond d'un canyon profond de 100 mètres de la rivière du Bonheur qui s'enfouit dans un petit causse de calcaire infraliasique près du village de Camprieu, pour reparaître, après un parcours souterrain de 700 mètres.

Les eaux qui se jettent plus loin dans le Trévezel vont alimenter la Dourbie, affluent du Tarn.

Au nord et au-dessus de la maison forestière, large trouée rectiligne à travers la forêt de hêtres : *Grande Draille du Languedoc* qui, depuis le Vigan, a fait l'escalade des crêtes du cap de Coste, de la Lusette, pour se diviser en deux branches, l'une vers la Croix-de-Fer, le Parc-aux-Loups et Meyrueis, l'autre par Prat-Peyrot, Cabrillac, le Perjuret et le Méjan, en direction de l'Aubrac.

Tourner à droite en suivant la R. F. n° 2. Elle pénètre de nouveau en forêt (hêtraie principalement), offrant plusieurs échappées sur la vallée de l'Hérault et des Cévennes.

94 km. 9. Près du sentier conduisant vers le Grand Hôtel de l'Aigoual, plaque rappelant le souvenir de Georges Fabre, le forestier qui a consacré, durant toute sa carrière (1875-1911), son intelligence et ses forces au reboisement de l'Aigoual et à la reconnaissance géologique de la région dont il a levé les feuilles géologiques (Mende, Séverac, Largentièrre et Alès).

95 km. 6. Un peu plus loin, à droite, chemin accessible sur 5 kilomètres aux voitures légères, *Chemin des Corniches*, indiqué par une borne et

conduisant à l'*Hort de Dieu*, 1.300 mètres d'altitude, *arboretum* et refuge, ancien laboratoire de botanique créé par le professeur Charles Flahault. Une stèle y rappelle son souvenir et celui des botanistes de la Renaissance qui vinrent herboriser dans ces montagnes.

La route monte à travers la forêt de pins à crochets et débouche sur le col de Trépaloup, au-dessus de la vallée de ce nom, branche du Tarnon. La route tourne à gauche au milieu de la prairie pseudo-alpine.

100 km. *Observatoire du mont Aigoual* (1.567 m.). De la plateforme d'orientation du T. C. F. (1.572 m.), immense panorama circulaire sur les Causses, les Cévennes, le Plomb du Cantal, le Ventoux, les Alpines, la plaine du Bas-Languedoc, le Canigou.

*
**

B) *Retour par le Vigan*. Retour par le même itinéraire qu'à l'aller jusqu'à L'Espérou.

8 km. 6. Tourner à droite après l'hôtel du Touring-Club, prendre G. C. 55 (route de Meyrueis).

Après la ferme de Montlau, tourner à gauche et prendre G. C. 48. La route passe sur le pont de Pueylong, pénètre en forêt, traverse ensuite des landes de bruyères et des paccages sur les croupes qui séparent le Pueylong de la Dourbie.

Au-delà, la route pénètre de nouveau dans la forêt de conifères pour atteindre, à 15 km. 7, le *col du Minier*, alt. 1.270, sur la ligne de partage des eaux des versants atlantique et méditerranéen. Beau panorama sur le causse de Montdardier et, à gauche, les rochers de la Tude, le pic d'Anjeau, la Séranne, les garrigues, jusqu'à la Méditerranée.

Descente de 21 kilomètres (5 %). La vue plonge sur le profond ravin de Souls que la route domine en corniche, passe au milieu d'un chaos de blocs granitiques (rochers de Roquelongue).

21 km. 3. Maison forestière de *Puéchagut*, sur un replat de granite, à 1.000 mètres, formant éperon entre le ravin de Souls et celui de Coudoulous ; *arboretum* comprenant de beaux spécimens de *Sequoia gigantea*, de *Pseudotsuga Douglasii*.

La route serpente sur les versants de la vallée de Coudoulous, dominée par de grands escarpements rocheux, des quilles et des pyramides granitiques. Au-dessous, la châtaigneraie s'empare des pentes.

Après le pont sur le Coudoulous, d'où on a une vue impressionnante sur la coulée supérieure du torrent qui dégringole à travers les blocs granitiques, la châtaigneraie masque le village d'Arphy. Puis les chênes-verts apparaissent, plus bas les oliviers et les vignes.

A 6 km. du pont, à droite et en contre-bas, village pittoresque d'Aulas.

Au-delà du confluent du Souls et Coudoulous, vue sur les villages perchés de Mars et de Bréau et la route débouche dans la large vallée de l'Arre qui sépare le causse de Montdardier du massif cristallin du Lingas.

La vallée est occupée par des prairies plantées de pommiers et de mûriers, le vignoble s'emparant des basses pentes aménagées en terrasses. Noter, à droite, le piton de calcaire jurassique d'Esparon (670 m.), isolé du causse de Montdardier par l'Arre.

La route tourne à l'est pour suivre la R. N. 99 et la vallée de l'Arre jusqu'au Vigan.

39 km. 2. *Le Vigan*, alt. 231 m., 4.274 habitants, petite sous-préfecture, centre de filature et de bonneterie de soie, entourée d'une poussière de mazets qui escaladent les pentes au milieu des vignes et oliviers plantés en terrasses. Belle promenade appelée : les Châtaigniers Patrie du Chevalier d'Assas, le héros de Clostercamp et du Sergent Triaire, héros du siège de Toulon (1793) et de la bataille de Castiglione (1796).

Au-delà du Vigan, la route suit la vallée de l'Arre qui s'encaisse, dominée au sud par l'avant-pays sédimentaire cévenol, d'une topographie heurtée dans les calcaires paléozoïques (géorgien).

On rejoint à Pont-d'Hérault la vallée de l'Hérault pour reprendre, en sens inverse (45 km. 2), la route 99, puis la R. N. 586, après Ganges, qui nous ramènera à Montpellier.

Sols rencontrés au cours de cette excursion

1. SOL PODZOLIQUE

Valleraugue : Châtaigneraie, à 800 mètres. Exp. N., inclin. 20°

a) *Caractères généraux du profil*

A₀ : 1-2 cm. d'épaisseur : Feuilles de châtaigniers peu décomposées.

A₁ : 0,20 à 0,25 : Terre brun-foncé, friable, avec fragments de schistes siliceux. Racines fines.

A₂ : 0,30 : Teinte sensiblement plus claire que la précédente. Racines moyennes et grosses.

B : 0,25 à 0,30 : Terre ocre, plus compacte que l'horizon précédent, avec fragments de schistes plus nombreux. Racines grosses et moyennes des arbres.

C : Schistes gris en décomposition.

b) *Analyse mécanique* (p. 100)

	A ₁	A ₂	B	C
	—	—	—	—
Argile	13,25	14,75	0	0
Limon	24	28	31	14,25
Sable fin	32	30	32	36
Sable grossier	18	15	30	39
Calcaire (total)	0	0	0	0

c) *Analyse chimique* (p. 100)

Horizons	A ₁	A ₂	B	C
Epaisseur	20-25 cm.	30 cm.	25-30 cm.	
	—	—	—	—
SiO ₂	67,7	71,2	71,3	73,8
Al ₂ O ₃	2,15	1,95	2,75	0,35
Fe ₂ O ₃	6,88	2,66	11,6	13,1
CaO	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0
K ₂ O	1,55	—	2,66	0,32
Na ₂ O	0,23	0,40	0,35	0,11
P ₂ O ₅	0,58	0,14	0,16	0,39
Mat. organiques	4,68	3,28	3,31	2,89

d) *Association correspondant au sol podzolique
de cette châtaigneraie*

Quercion roboris-sessiliflorae dégradé en châtaigneraie, sur sol podzolique (sous-sol : schistes potsdamiens).

Au-dessus de Valleraugue : 800 m.

Exposit. : N. Inclinaison : 15-25°.

Taillis ancien : 8-10 mètres de haut.

Strate arborescente : Recouvrement 100 %.

Strate herbacée : Recouvrement 80 %.

Surface : 100 m².

3.2 <i>Festuca capillata</i>	+ <i>Carex pilulifera</i>
2.1 <i>Conopodium denudatum</i>	+ <i>Luzula Forsteri</i>
2.1 <i>Hieracium murorum</i>	+ <i>Arenaria montana</i>
1.1 <i>Pteris aquilina</i>	+ <i>Cerastium caespitosum</i>
1.1 <i>Saxifraga granulata</i>	+ <i>Teesdalia nudicaulis</i>
1.1 <i>Holcus mollis</i>	+ <i>Viola silvestris</i>
+ 1.2 <i>Deschampsia flexuosa</i>	+ <i>Veronica officinalis</i>
+ <i>Anthoxanthum odoratum</i>	+ <i>Solidago virgaurea</i>

2.2 <i>Catharinea undulata</i> f. <i>minor</i>	<i>Scleropodium purum</i>
1.3 <i>Dicranum scoparium</i>	+ <i>Hypnum cupressiforme</i>
+ 2 <i>Pleurozium Schreberi</i>	+ <i>Madotheca plathyphylla</i>
+ <i>Brachythecium velutinum</i>	+ <i>Cladonia furcata</i>
+ <i>Pohlia cruda</i>	(<i>Calluna vulgaris</i>)
	(<i>Erica cinerea</i>)

2. SOL BRUN

Hêtraie à la Sereyrède (alt. env. 1.200 m.)

Expos. : W. Inclinaison : 10-20°

a) Caractères généraux du profil

A₀ : 0,05 d'épaisseur : Feuilles de hêtre.A₁ : 0,10 à 0,15 : Terre brun-foncé, humifère ; très friable et légère.
Nombreuses racines, pas de pierres.A₂ : 0,12 à 0,15 : Terre fine, brun-noirâtre, friable. Pierres nombreuses.A₃ : 0,40 à 0,50 : Terre plus argileuse, brun-ocracé. Pierres et racines abondantes.

C : Schistes décomposés.

b) Analyse mécanique (p. 100)

	A ₁	A ₂	A ₃	C
	—	—	—	—
Argile	19,25	16,25	24,75	21,25
Limon	4,03	7,50	4	0
Sable fin	19,6	35	33	46
Sable grossier	28,4	25	30,75	32,5
Calcaire (total)	0	0	0	0

c) Analyse chimique (p. 100)

Horizons	A ₁	A ₂	A ₃	C
	—	—	—	—
SiO ₂	43,8	73,0	75,4	68,8
Al ₂ O ₃	—	4,9	2,5	2,95
Fe ₂ O ₃	7,36	6,88	2,4	1,75
CaO	0,43	0,22	0,5	—
MgO	—	0,2	—	—
K ₂ O	3,5	4,5	—	0,10
Na ₂ O	—	1,1	—	0,02
P ₂ O ₅	0,02	0,90	0,09	0,02
Mat. organiques	21,55	4,6	2,32	

d) Association correspondant au sol brun de la Sereyrède
Hêtraie en reconstitution à la Sereyrède. Alt. env. 1.200 m.

Assoc. à *Fagus* et *Calamintha grandiflora* (sous-ass. à *Luzula nivea*) ;
sol brun (sous-sol : schistes potsdamiens).

Expos. : W. Relevé pris en hiver.

2-3.2 <i>Luzula nivea</i>	+ <i>Vaccinium Myrtillus</i>
2.2 <i>Deschampsia flexuosa</i>	+ <i>Asperula odorata</i>
1.1 <i>Hieracium murorum</i>	+ <i>Phyteuma orbiculare</i>
+ <i>Anemone nemorosa</i>	+ <i>Solidago virga-aurea</i>
+ <i>Ranunculus breyninus</i>	+ <i>Polytrichum formosum</i>
+ <i>Cardamine resedifolia</i>	+ <i>Hylocomium triquetrum</i>
+ <i>Viola silvestris</i>	+ <i>Cladonia pyxidata</i>

3. SOL HUMIFÈRE (HUMUS SUB-ALPIN SILICATÉ)

Sommet de l'Aigoual. Alt. : 1.550 m. Expos. : N. Incl. : 8°.

a) Caractères généraux du profil
(épaisseur : 0 m. 80 sur arène siliceuse)

A₁' : 0,02 : Humus friable, noir. Beaucoup de racines.

A₁'' : 0,10-0,15 : Terre humifère brun-noirâtre, luisante, compacte,
riche en squelette. Nombreuses racines.

A₁''' : 0,30-0,35 : Terre humifère grumeleuse, brune, très foncée. Peu
de squelette.

A₁'''' : 0,75-0,80 : Terre brun-très foncée, grumeleuse, riche en
squelette.

b) Analyse mécanique (p. 100)

	A ₁ '	A ₁ ''	A ₁ '''	A ₁ ''''
	—	—	—	—
Argile	14,75	15	18,75	26,75
Limon	12	11	9,25	8,50
Sable fin	16,5	29	34	33 5
Sable grossier	32	23	15	13,5
Matières organiques . . .	21,7	19,53	16,5	16,6
Calcaire (total)	0	0	0	0

c) Analyse chimique (p. 100)

Horizons	A ₁ '	A ₁ ''	A ₁ '''	A ₁ ''''
pH	5,98	5,56	5,45	5,40
	—	—	—	—
SiO ₂	62,8	71	71,5	74,4
Al ₂ O ₃	0,89	1,5	0,76	1,3
Fe ₂ O ₃	3,06	2,4	2,3	5,68
CaO	0,39	0,61	1,2	0,73
MgO	—	0,18	0,46	0,89
K ₂ O	0,14	0,09	0,21	0,46
Na ₂ O	3,1	3,31	0,1	0,08
P ₂ O ₅	0,11	—	—	0,03

d) Association correspondant au sol

à l'humus subalpin silicaté du sommet de l'Aigoual (1.550 m.)

Nardaie paturée par les moutons sur humus subalpin silicaté (sous-sol : schistes potsdamiens métamorphisés).

Exp. : NW. Incl. : 8°. Recouvrement : 100 % de la surface de 100 m².

4.4 <i>Nardus stricta</i>	+ <i>Thymus Serpyllum</i>
3.2 <i>Festuca ovina</i> ssp. <i>duriscula</i>	+ .2 <i>Plantago carinata</i>
	+ <i>Hieracium pilosella</i>
2.1 <i>Carex verna</i>	Mousses :
2.1 <i>Luzula spicata</i>	3.2 <i>Drepanocladus uncinatus</i>
2-1.2 <i>Phyteuma hemisphaericum</i>	2.1 <i>Polytrichum juniperinum</i>
	Lichens :
2.2 <i>Antennaria dioica</i>	1.1 <i>Cetraria islandica</i>
2.1 <i>Hieracium auricula</i>	1.1 <i>Cladonia pyxidata</i>
+ <i>Anemone nemorosa</i>	+ <i>Lecanora castanea</i>
+ .3 <i>Alchemilla saxatilis</i>	+ <i>Cladonia papillaris</i>

ITINERAIRE IV

(Sixième jour du Congrès, le 6 mai)

Costière de Saint-Gilles et garrigue de Nîmes (150 km.).

A) Costière du Gard : 89 kilomètres environ.

Départ par la R. N. 87 en direction de Lunel. La route court au pied de la garrigue, ici chaussée étroite de calcaire jurassique appartenant au pli de Montpellier et sur laquelle s'allongeait la voie romaine.

13 km. Baillargues (14 km. 5), Saint-Brès (20 km.), Lunel-Viel, gros villages au contact de la garrigue et de la plaine alluviale formée ici

d'un glacis de quartz et quartzites masquant les sables pliocènes astiens, qui affleurent sur le versant des vallées conséquentes des modestes rivières côtières qui coulent vers les étangs. A droite de la route, cette nappe de cailloutis forme le plateau de Grammont (50 m.). Des parcs et bois de pins pignons et de pins d'Alep signalent l'emplacement du centre des grands domaines (*mas*) dispersés dans la plaine.

Arrêt entre Saint-Brès et Lunel-Viel pour l'étude des terres rouges alluviales sur sables astiens pliocènes.

24 km. *Lunel*, importante localité de 7.000 habitants, jadis centre d'expédition des vins liquoreux (vins muscats récoltés sur le glacis de cailloutis siliceux qui envahissent les pentes de la garrigue) et important commerce d'eaux-de-vie ; relié au canal des étangs par un canal maintenant comblé.

Après avoir franchi le pont du Vidourle, dit *pont de Lunel* (3 km. de Lunel), prendre, à droite, la R.N. 572 par Aimargues (6 km. 5 de Lunel). On traverse la plaine d'alluvions modernes construite par le Vidourle et le Vistre ; vignoble à grand rendement.

36 km. 5 : *Vauvert*, localité importante établie sur les sables jaunes pliocènes (Astien) et sur les cailloutis alpins et cévenols venus de la nappe pliocène et quaternaire de la Costière de Saint-Gilles, au-dessus de Vauvert.

A 4 kilomètres au nord de Vauvert, sur les dernières pentes de la Costière, à la limite entre les cailloutis et les alluvions modernes du Vistre, le château de Candiac, où naquit Montcalm, le défenseur de Québec pendant la guerre de Sept Ans.

Au-delà de Vauvert, la route traverse la partie méridionale accidentée de la Costière. Les ravins qui descendent au Vistre sont découpés ; leurs versants sont boisés de chênes pubescents ou de pins pignons. Le défrichement a multiplié des mas récents au milieu du vignoble de la région de Gallician.

La route rejoint, près de Franquevaux, site d'une vieille abbaye, le pied de la Costière, qu'elle suit sur quelques kilomètres. A droite s'étend la *Petite Camargue*, zone de marais envahie par les roseaux et l'étang de Scamandre. La route se hisse de nouveau sur les basses pentes de la Costière, laissant à droite le château d'Espeyran, héritier d'un ancien prieuré ayant succédé probablement à une villa gallo-romaine.

54 km. : *Saint-Gilles*, petite ville née peut-être au VIII^e siècle (722), autour d'une abbaye centre d'importants pèlerinages, puis siège d'un prieuré de l'ordre de Saint-Jean de Jérusalem et port d'embarquement pour la croisade par le Petit-Rhône ou sur un bras secondaire du Rhône, abandonné depuis, et correspondant au tracé actuel du canal du Rhône

à Sète, alors centre de commerce de marchandises de luxe (tissus de soie et de pourpre, aromates, cuirs de Cordoue) ; à cette époque de prospérité se rattache l'édification de l'église dont les constructions surajoutées, superposées à une crypte datant de la fin du XI^e siècle, ont été achevées vers la fin du XII^e siècle ; très abîmée pendant les guerres de religion, relevée en partie au XVII^e siècle, endommagée sous la Révolution ; la partie la plus originale de la construction médiévale est la façade aux trois portails dont la riche décoration est consacrée à la vie du Christ.

Au-delà de Saint-Gilles, suivre la R. D. 38. La route court de nouveau au pied de la Costière dont le rebord est souligné par un rideau de chênes pubescents et de chênes verts et par des pinèdes (pins pignons de Broussan) ; le talus de la Costière s'incurve, comme s'il avait épousé une concavité d'un bras du Rhône.

66 km. : *Bellegarde*, tourner à gauche et prendre la R. N. 568. Bellegarde est au débouché d'une échancrure de la Costière, véritable *reculée*, ouverte dans les marnes plaisanciennes qui constituent un niveau d'eau au-dessous des sables astiens servant de socle aux cailloutis siliceux de la Costière. Un ruisseau y anime des moulins. La route remonte cette brèche jusqu'au 69^e km. : *Mas des Sources*. Ici, une faille enfonce brusquement le Plaisancien.

A l'ouest de la *reculée*, dépression fermée de *Balandran*, due peut-être au tassement des sables astiens au-dessus de la nappe phréatique des marnes plaisanciennes. Etude du loess, du lehm, du *taparas* et du *gapan*, entre Bellegarde et les sources.

Retour sur Bellegarde, prendre, à gauche, R. D. 3, arrêt à 75 km. : *Mas Saint-Louis*. 79 km. : tourner à gauche, prendre G. C. 3.

80 km., traversée de Manduel, gros village dans une dépression autochtone de la Costière, drainée par le Buffalon.

82 km. : Tourner à gauche, prendre R. N. 99. La route dévale de la Costière, traverse la vallée du Vistre.

89 km. : *Nîmes* (voir *Aperçu géographique*).

B) *Garrigue de Nîmes* : 61 kilomètres environ.

Prendre la R. N. 87 qui suit le pied de la garrigue de Nîmes et qui constitue un espalier d'olivettes.

13 km. 6 : La route s'élève un peu pour pénétrer dans la combe ouverte aux dépens d'un dôme urgonien dissymétrique au cœur duquel affleurent les marnes barremiennes recouvertes, en partie, par l'invasion des sables astiens et, par places, par des plaques de loess.

14 km. 5 : Tourner à gauche, prendre R. D. 223.

16 km. : *Lédenon*, au pied de la *cuesta* urgonienne.

Tourner à gauche, prendre le chemin vicinal vers Cabrières ; on suit le pied du plateau urgonien jusqu'à Cabrières.

19 km. : *Cabrières* : village logé auprès d'une source, au pied du rebord assez raide d'un plateau haut de 200 mètres d'altitude absolue, fait de calcaire urgonien et qui s'étend jusqu'au Gardon et un peu au nord de cette rivière.

Tourner à droite, prendre la R. D. 3. La route escalade le plateau recouvert de terre rouge et sur lequel sont conservées des plaques de loess avec *rideaux* (loess de Collias). La route descend vers le Gardon par un long vallon S.-N., traverse la rivière.

28 km. : Site, *oppidum* de Collias, au-dessus du confluent de l'Alzon et du Gardon. On remonte la vallée de l'Alzon sur 1 km., tourne à droite par I. C. 12, pour rejoindre près de *Vers* (34 km.), la R. N. 581. Suivre cette route en direction de l'est. Elle se coude brusquement vers le sud, à 3 km. de la bifurcation pour atteindre le pont du Gard.

38 km. : *Le pont du Gard*. Ce gigantesque pont romain à trois rangs d'arcades, haut de 49 mètres, long de 273 mètres, enjambe le Gardon à l'endroit le plus rétréci de la gorge. Au sommet, il portait un aqueduc conduisant à Nîmes les eaux de la Fontaine d'Eure, près d'Uzès (49 km. de canalisation). Au premier étage, les arches sont entaillées pour permettre le passage des véhicules un pont-route lui a été accolé au XVIII^e siècle.

Au-delà du pont, la route longe le rebord de la garrigue, suivant le tracé de l'ancien aqueduc et domine la vallée du Gardon qui s'épanouit. Elle l'abandonne à Lafoux.

41 km. : *Lafoux*, en face de Remoulins, pour reprendre, à gauche, en direction de Nîmes, la R. N. 87.

A 4 km. de Lafoux, en revenant vers Nîmes, prendre, à droite, I.C. 23 qui conduit à Lédenon, au pied de la *cuesta* urgonienne. Etude du loess à poupées et des croûtes calcaires.

Retour à Nîmes en longeant les olivettes du rebord de la garrigue.

61 km. : *Nîmes* (Voir *Aperçu géographique*).

Sols rencontrés au cours de cette excursion

1. SOL ROUGE COLLUVIAL A BALLES SUR SABLES ASTIENS, A CONCRÉTIIONS CALCAIRES (Route Nationale, après Saint-Brès)

a) *Caractères généraux du profil*

A₀ : Inexistant. Vignes en culture.

A : de 25 à 30 cm. : Limon rouge colluvial assez compact et présentant à sa partie inférieure des balles ferrugineuses provenant du démantèlement de la formation jurassique voisine.

S : Substratum. Sables jaunes de l'astien présentant à sa partie supérieure des concrétions calcaires (formation *per ascensum* sous le climat de cette époque).

b) *Analyse physique (p. 100)*

Argile	25,5
Limon	25
Sables totaux	47,6
Sable grossier	3,9
Sable fin	43,7
Calcaire total	0
Calcaire grossier	0
Calcaire fin	0
Matières organiques	1,5
pH	7,2

c) *Analyse chimique (p. 1.000)*

Azote	0,76
Acide phosphorique assimilable	1
Potasse assimilable (méthode Barbier-Morgan)	50

2. ROC DES POULETS, A VAUVERT (GARD)

(Coupe géologique de Roc des Poulets, au sud de Vauvert, donnant la meilleure idée de la succession de formations superficielles en Costière.)

a) *Caractères généraux du profil, de haut en bas*

1. En surface : Cailloutis blonds dans terre grise loessique (épaisseur 1 m.) ;

2. Cailloutis rouges, libres, dans argile rouge (2 m.), diluvium (voir analyse) ;
3. Conglomérat à cailloux siliceux et calcaires très durs (2 m.) ;
4. Marnes grises de l'astien (0 m. 30) ;
5. Sable jaune de l'astien avec, au sommet, un niveau de calcaire blanc farineux, de néoformation.

b) *Analyse physique* (p. 100)

Argile	46
Limon	9
Sables totaux	44,2
Sable grossier	28,2
Sable fin	16
Calcaire total	0,5
Calcaire grossier	0,2
Calcaire fin	0,3
Matières organiques	0,6

c) *Analyse chimique* (p. 1.000)

Azote	0,3
Acide phosphorique assimil. (méth. Barbier-Morgan)	6
Potasse assimilable (méthode Barbier-Morgan) . . .	45

3. SOL ROUGE SUR CAILLOUTIS (Environs de Bellegarde, Gard)

a) *Caractères généraux du profil*

A₀ : 2 à 3 cm. : Peu humifère (sol nu).

A : De 15 à 18 cm. : Sol rouge, sur cailloutis décalcifié, argilo-sableux.

C. : Plusieurs crêtes. Terrasses de cailloux roulés avec formation de poudingues (taparas).

b) *Analyse physique* (p. 100)

Argile	23,5
Limon	5
Sables totaux	69,9
Sable grossier	35,6
Sable fin	34,3
Calcaire total	0
Calcaire grossier	0
Calcaire fin	0
Matières organiques	0,36
pH	7,2

c) *Analyse chimique* (p. 1.000)

Azote	0,18
Acide phosphor. assimil. (méth. BARBIER-MORGAN)	1,5
Potasse assimilable (méthode BARBIER-MORGAN) . .	30

4. LEHM (SOL ROUGE)

(Route de Bellegarde en Costière, Gard)

a) *Caractères généraux du profil**En surface* : Quelques cm. de sol d'apport ou remanié.

A : 20 cm. : Sol rouge (lehm), limon sableux décalcifié, de même composition que sa roche-mère (voir analyse n° 5 de Collias). Ce sol est parfois légèrement acide (pH : 6,6) sous les anciennes forêts d'yeuses de la Costière, à Cassaignes par exemple.

C : Löss (1 m.), limon sablo-calcaire, reposant sur le cailloutis de la Costière.

N. B. — Quand le loess est peu épais, il est lehmifié sur toute sa hauteur. Il se produit une zone d'accumulation du calcaire de 5 à 7 cm., au contact du lehm et de la terrasse à cailloux roulés (poudingue supérieur ou taparas). Un deuxième *taparas* s'observe en profondeur, dans l'alluvion à cailloux roulés ; il s'est produit antérieurement au dépôt loessique et aux dépens du calcaire du cailloutis.

Le même phénomène s'observe à la sortie de Valence (Drôme), en allant sur Romans et dans les mêmes conditions (löss sur cailloutis).

b) *Analyse physique* (p. 100)

Argile	7
Limon	24,5
Sables totaux	65,5
Sable grossier	5,9
Sable fin	59,6
Calcaire total	0
Calcaire grossier	0
Calcaire fin	0
Matières organiques	2,4
pH	7,0

c) *Analyse chimique* (p. 1000)

Azote	1,2
Acide phosphorique (méth. BARBIER-MORGAN)	1
Potasse assim. (méth. BARBIER-MORGAN)	100

5. LÆSS DE COLLIAS (GARD)

(Ce profil a pour but de montrer l'importance des dépôts de lœss du Gard.)

a) *Caractères généraux du profil*

A₀ : De 1 à 2 cm. : Sous couverture forestière de chênes pubescents.

A : 6 à 8 cm. d'un sol brun calcaire en voie de formation. Profil tronqué par l'érosion.

C : Sur 5 à 6 mètres : Lœss, limon éolien sablo-calcaire, avec formation classique de poupées à la base.

b) *Analyse physique* (p. 100)

Argile	7
Limon	22,5
Sables totaux	73,6
Sable grossier	19,9
Sable fin	53,7
Calcaire total	30,3
Calcaire grossier	9
Calcaire fin	21,3
Matières organiques	2

c) *Analyse chimique* (p. 1.000)

Azote	1
Acide phosphorique (méth. BARBIER-MORGAN)	18
Potasse assimilable (méth. BARBIER-MORGAN)	30

ITINERAIRE V

(Septième jour du Congrès, le 7 mai)

Nîmes — La Camargue et la Crau — Marseille : 217 kilomètres env.

A) *Camargue* :

Départ par R. D. 42. Traversée de la Costière par le plateau de Garons (lehm et lœss sur cailloutis cimentés en poudingue ou *taparas*). On descend par un glacis de cailloutis siliceux (*gress*) couvert par un vignoble de qualité (Clairette) sur Saint-Gilles.

19 km. Arrêt, sans descendre des cars, à Saint-Gilles, pour voir la façade romaine de l'église du XII^e siècle (voir excursion précédente).

Au-delà de Saint-Gilles, on suit, jusqu'à Arles, la R. N. 572. Traversée du Petit-Rhône pour pénétrer en Haute-Camargue.

La route circule à travers un paysage de vignes irriguées, de champs de luzerne et de céréales, de belles pariries coupées de *roubines* aux eaux claires, dans un encadrement d'ormeaux rangés le long de routes et de fossés ; c'est la partie du delta la plus anciennement atterrie, le *Tête de Camargue*, qui doit sa fertilité à l'épaisseur des alluvions et à la proximité des deux Rhône vifs ; c'est une zone de grands domaines aménagés par la bourgeoisie d'Arles.

Ce n'est que plus au sud que commence le paysage de marais herbiers, puis de terres salées (*enganes*), de la Basses-Camargue. La route franchit le Grand-Rhône sur le pont de Trinquetaille.

38 kilomètres : *Arles*.

B) *Crau* :

1. *Arles-La Porcellette et retour* :

La route traverse le canal de navigation d'Arles à Port-de-Bouc et court, pendant 8 kilomètres, sur une bande de terrain comprise entre le canal et la digue qui longe le Grand-Rhône : c'est le Petit-Plan-du-Bourg, extension sur la rive gauche du Rhône du paysage camarguais, caractérisé par le vignoble submersible à grand rendement. La route traverse la voie ferrée d'Arles-Port-de-Bouc et le canal de navigation à deux reprises au kilomètre 8 et 13, au-delà d'Arles.

La route continue à cheminer par le Mas Thibert, à travers les grands vignobles camarguais du Grand-Plan-du-Bourg jusqu'à la Porcellette.

25 km. : *La Porcellette*. Arrêt pour l'étude des sols salins des environs.

Retour par le même itinéraire, jusqu'au Mas Thibert.

33 km. : Au *Mas Thibert*, tourner à droite, prendre R. D. 24 et D 83. La route franchit la voie ferrée Arles-Saint-Louis, le canal d'Arles à Port-de-Bouc et aborde la Crau, immense nappe caillouteuse, grandiose et monotone (*coussouls*), dont les cailloux siliceux roulés sont feutrés d'un sol rouge, paysage de désolation émaillé, de-ci de-là, de quelques taches de verdure (vergers et vignes) sur sol rouge, là où l'on peut faire monter les nappes d'eau artésiennes. Arrêt pour examen des sols rouges sur terrasses et des sols noirs de l'étang de Chanoines. A la bordure occidentale de la Crau, marais dûs à la réapparition des eaux de sous-écoulement qui circulent sous la nappe caillouteuse (marais des Chanoines) [sols rouges sur cailloutis et poudingues et sols palustres].

43 km. On regagne la R. N. 572 venant de Salon. Tourner à gauche ; la R. N. 572 court, jusqu'au Pont-de-Chamet, dans une zone bocagère de prairies artificielles émaillées d'une poussière de fermes et quadrillées de canaux d'irrigation s'alimentant à la branche nord du canal de Craponne (sol sans cailloux provenant de limons silico-calcaires, le *nite* de la Durance et véhiculé par le canal de Craponne).

50 km. A *Pont-à-Chamet*, la route traverse le canal de Craponne, quitte le plateau de Crau et est portée, par un viaduc qui double l'aqueduc portant le canal, jusqu'au *Pont-de-Crau*.

Au nord, se dressent les crêtes déchiquetées et dénudées des Alpines.

53 km. *Arles* (17.940 habitants). On pénètre en Arles par les Lices, en laissant, à gauche, l'allée des Alyscamps qui conduit à l'allée des tombeaux, ancien cimetière gallo-romain.

Vieille ville gallo-romaine qui succéda à un comptoir phocéén (Thélinê) et à un oppidum celto-ligure fréquenté par les marchands grecs. Elle profita de l'abaissement que César infligea à Marseille, qui avait pris le parti de Pompée, et devint un port important non loin du passage de la voie romaine d'Italie en Espagne, à la soudure de la navigation maritime et de la navigation fluviale. En 329, Arles devint une des capitales administratives de l'Empire, où le Préfet des Gaules vint s'installer, après la chute de la ligne du Rhin, et, en même temps, une capitale religieuse, siège de l'archevêché primatial de la Viennoise à la fin du IV^e siècle. Après Charlemagne, Arles fut capitale d'un état indépendant, le royaume d'Arles, jusqu'en 1032.

La prospérité de la ville à l'époque gallo-romaine s'est traduite par des monuments (Arènes, le Théâtre antique). L'art religieux chrétien du moyen âge a élevé l'église, jadis cathédrale ou primatiale romane, de Saint-Trophime, du XI^e-XII^e siècle ; sa façade carolingienne décorée d'un portail de la fin du XII^e siècle porte une décoration imitée de l'antique. Un beau cloître, de style roman, s'adosse à l'église.

A noter aussi trois musées célèbres ; le *Musée lapidaire païen*, installé dans l'église Sainte-Anne, l'un des plus riches de France en antiquités gallo-romaines ; le *Museon Arlaten*, ou Palais du Félibrige, musée ethnographique provençal fondé par Mistral, avec le montant du prix Nobel dont il avait été honoré, et installé dans l'hôtel de Laval-Castellane, construction gothique du XVI^e siècle qui servit de collège aux Jésuites ; dans le même hôtel, chapelle du Collège des Jésuites, le *Musée lapidaire chrétien*.

2. D'Arles à Marseille :

Départ d'Arles par la R. N. 568 de Salon, jusqu'au *Pont-de-Chamet*. 3 km., prendre à gauche R. D. 33 R, jusqu'à Barbégat. La route suit

une dépression, Basse-Crau, ancien marais résultant de la stagnation des eaux, *Clars*, alimentés par les sources des Alpines bloquées par l'avancée du delta de la Crau et par les eaux de la nappe artésienne jaillissant au pied du manteau de cailloutis de la Crau.

A gauche de la route, deux îlots, l'un de calcaire rognacien de la montagne de Gordes, l'autre de calcaire molasique auquel s'adosse l'abbaye de Montmajour ; ses moines ont amorcé le dessèchement du marais voisin d'Arles.

12 km. Arrêt à *Barbégat* pour l'étude d'une rendzine (sol humifère calcaire) datée, recouvrant une ancienne minoterie romaine.

Tourner à droite et prendre R. D. 33 qui fait l'escalade du rebord du plateau de Crau. (Examen d'un paléosol rouge sur molasse).

16 km. 5. Tourner à droite, suivre sur 1 km. la R. D. 83, puis tourner à gauche, reprendre R.D. 33, qui rejoint (20 km.), à Raphèle, la R.N. 572. Cette route traverse toute la Crau jusqu'à Salon pendant 30 km. Au sud, la *pleine* Crau, étendue pierreuse et stérile. Sur la lisière nord et est, olivettes au pied des Alpilles d'Eyguières et des collines de Salon, vignobles, jardins et prairies irriguées grâce aux branches nord et sud du canal de Crau ; des rideaux de cyprès abritent les cultures du mistral.

51 km. *Salon-en-Provence* (13.000 habitants), centre de commerce des huiles, savons et cafés, entouré d'un fourmillement de mazets ; patrie d'Adam de Crau.

La route traverse la Touloubre qui s'enfonce, en aval, dans une gorge impraticable, à travers de bas plateaux calcaires et gréseux molasiques, criblés de creux karstiques. La route monte sur le plateau (160-190 m.) de la Fare, nivelé aux dépens d'un anticlinal de calcaire crétacé néocœmien (urgonien), puis descend brusquement dans la vallée de l'Arc. Belle vue sur la vallée couverte d'olivettes, la chaîne de l'Etoile au sud, Sainte-Victoire à l'est, l'étang de Berre à l'ouest.

66 km. Après avoir traversé l'Arc, la route franchit une mince échine de calcaire, rejoint (70 km.), l'*étang de Berre*, immense nappe d'eau destinée à devenir le port auxiliaire de Marseille, réservé au stockage et à l'industrialisation des matières pondéreuses ou dangereuses, combustibles et carburants (raffineries de pétrole de Berre sur la rive nord de la Mède, près des Martigues, que l'on aperçoit au ras de l'eau sur la rive méridionale) ; base aérienne impériale et internationale, hydroscale et aéroport de Marignane que l'on aperçoit à l'extrémité orientale de l'étang.

La route longe des pentes de calcaires rognacien (Crétacé supérieur), couronnées par le calcaire nummulitique de la *cuesta* de Vitrolles, l'esca-

lade, descend dans la dépression de la Cadière, puis, au-delà des Pennes, s'élève, par de belles rampes, sur le plateau de calcaire jurassique dénudé de la Nerthe (272 m. d'altitude), qui sépare l'étang de Berre du bassin de Marseille.

91 km. La route rejoint, à *Saint-Antoine*, faubourg de Marseille, la route qui vient d'Aix.

Belle descente continue avec des belles vues sur la rade de Marseille.

100 km. Entrée à Marseille, par l'avenue d'Arenc.

Sols rencontrés au cours de cette excursion

1. SOL SALIN DE CAMARGUE (B.-du-Rh.)

Sol nu dans l'association à *Arthrocnemum glaucum* et *Sphenopus divaricatus* — La Porcellette, lieu dit le Petit-Passon (route d'Arles à Saint-Louis-du-Rhône).

a) Caractères généraux du profil

En surface : Sur quelques millimètres : Efflorescences de sels.

A : L'augmentation progressive de l'argile au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la surface (fait que l'on ne remarque pas partout en Camargue), est dû, moins à un lessivage (peu visible sur le calcaire), qu'à des dépôts successifs d'inondations du Rhône.

On observe dans ce sol, comme souvent en Camargue, la migration du fer dans la partie supérieure.

b) Analyses physiques (p. 100)

Profondeur . . .	0-2 cm.	10-20 cm.	20-30 cm.	30-40 cm.
Argile	17,6	24,5	29,5	31,3
Limon	46,6	50,0	60,2	52,0
Sable total	32,9	22,6	13,3	16,3
Sable grossier	32,9	2,9	4,5	2
Sable fin	1,0	19,7	8,8	14,3
Calcaire total	30,5	34,0	31,5	32,0
Calcaire grossier	2,0	31,8	28,0	30,8
Calcaire fin	28,5	2,2	3,5	1,2
Matières organiques	2,6	2,6	1,8	0,3

c) *Analyses chimiques* (p. 1.000)

Profondeur . . .	0-10 cm.	10-20 cm.	20-30 cm.	30-40 cm.
	—	—	—	—
Azote	1,3	1,3	0,9	0,16
Chlorures	39,7	23,4	16,3	16,3

d) *Association occupant par taches ce sol*(Ass. à *Arthrocnemum glaucum* et *Sphoenopus divaricatus*)

Caractéristiques :

4.4 *Arthrocnemum glaucum* 1.2 *Sphenopus divaricatus*
 2.2 *Noccoea procumbens* + *Frankenia pulverulenta*

Caractéristiques d'alliance (*Staticion galloprovincialis*) et
 d'ordre (*Salicornietalia*) :

2.3 *Tapis de Cyanophycées* 1.2 *Obione portulacoides*
 2.3 *Sagina maritima* + *Suaeda fruticosa*
 + *Plantago coronopus*

Compagnes :

1.2 *Galium murale* + *Myosurus cf. minimum*
 + *Polypogon maritimum* + *Nostoc sp.*
 1.1 *Bellis annua*

2. SOL SALIN DE CAMARGUE (B.-du-R.)

(Sol de l'association à *Salicornia fruticosa*, groupement moins halophile
 que le précédent.)

a) *Caractères généraux du profil :*A₀ : 1 cm. ; légèrement humifère.

A : Sol gris alluvionnaire salin, avec remontée de chlorures.

b) *Analyses physiques* (p. 100)

Profondeur . . .	0-2 cm.	10-15 cm.	à 40 cm.
	—	—	—
Argile	19,5	30,5	32,0
Limon	36,0	58,0	60,5
Sable total	44,5	12,4	10,4
Sable grossier	32,2	2,4	1,6
Sable fin	12,3	10,0	8,8
Calcaire total	27,3	30,6	31,1
Calcaire grossier	15,4	2,0	1,4
Calcaire fin	11,9	28,6	29,7
Matières organiques	10,4	2,8	1,8

c) *Analyses chimiques (p. 1.000)*

Profondeur . . .	0-2 cm.	10-15 cm.	à 40 cm.
Azote	5,2	1,4	0,9
Chlorures	2,4	1,1	1,7

d) *Association correspondant à ces sols :*

Caractéristiques :

4.4 <i>Salicornia fruticosa</i>	2.1 <i>Triglochin bulbosa</i>
1.1 <i>Puccinellia festuciformis</i>	2.2 <i>Juncus subulatus</i>

Caractéristiques d'alliance (*Salicornion fruticosae*) et d'ordre (*Salicornietalia*) :

2.1 <i>Statice limonium</i>	2.2 <i>Arthrocnemum glaucum</i> ' "
1.2 <i>Aelyropus repens</i>	1.2 <i>Spergularia marginata</i>
1.1 <i>Lepturus filiformis</i>	Tapis de Cyanophycées.
1.2 <i>Obione portulacoides</i>	

Le profil du sol correspondant à cette association est ici le suivant :

A₀ : Nul.

A₁ : 1-2 cm. d'un sol fin, très friable, gris clair, riche en débris de mollusques. Racines de toutes tailles très nombreuses.

A₂ : 30-35 cm. d'argile gris clair très compacte parcourue de grosses racines.

Gley : Au-delà de 30-35 cm.

3. SOL ROUGE SUR CAILLOUTIS ET POUDINGUES EN CRAU (B.-du-R.) (Au Petit-Beyne, en bordure S. du marais des Chanoines)

a) *Caractères généraux du profil*

A₀ : De 3 à 4 cm. : Vestiges de chênes verts.

A : Sol rouge décalcifié, sur cailloutis de la Crau (10 à 15 cm.).

C. : Alluvions à cailloux roulés de la Crau, avec formation d'un poudingue, souvent à faible profondeur.

b) *Analyse physique (p. 100)*

Argile	31,5
Limon	18,5
Sables totaux	49,3
Sable grossier	18,1
Sable fin	31,2
Calcaire total	0

*Sau
juste l'argile
minérale*

Calcaire grossier	0
Calcaire fin	0
pH	7,7
Matières organiques	0,8

Analyse chimique (p. 1.000)

Azote	0,4
Acide phosphorique assimilable	2
(méthode BARBIER-MORGAN.)	
Potasse assimilable	20
(méthode BARBIER-MORGAN.)	

4. SOL NOIR PALUSTRE (CRAU)

(Au marais des Chanoines)

Ce sol est caractérisé par un horizon A noir (*Phragmites*), calcaire, situé dans une dépression du cailloutis de la Crau, voisine du profil précédent :

Analyse physique (p. 100)

Argile	10
Limon	18,5
Sables totaux	70,7
Sable grossier	29
Sable fin	41,7
Calcaire total	19,4
Calcaire grossier	17,7
Calcaire fin	1,7
pH	7,8
Matières organiques	6,4

Analyse chimique (p. 1000)

Azote	3,2
Acide phosphorique assimilable	5
(méthode BARBIER-MORGAN.)	
Potasse assimilable	46
(méthode BARBIER-MORGAN.)	

5. RENDZINE DATÉE, A BARBEGAL (B.-du-R.)

a) *Caractères généraux du profil*

A₀ : 2 à 3 cm. : Horizon noir, très riche en matière organique.

A : Rendzine grise, avec des éléments argileux de calcaire dur, 20 cm.

C : Eboulis calcaire (40 cm.) recouvrant une partie des murs de l'ancienne minoterie romaine, ce qui date ce profil.

b) *Analyse physique* (p. 100)

	A ₀	A
	—	—
Argile	10	19,5
Limon	19	12,0
Sables totaux	18,5	60,0
Sable fin	12	—
Sable grossier	6,5	—
Matières organiques (p. combust.)	45,5	8,5
Calcaire total	15,5	41,0
Calcaire grossier	5	21,5
Calcaire fin	10,5	19,5

6. SOL ROUGE « ENTERRÉ » SUR MARNES DU PLIOCÈNE MOYEN

Sol colluvial du cailloutis de la Crau (25-30 cm.), à Barbegal.

a) *Caractères généraux du profil*

A : Horizon supérieur moins argileux (12 à 15 cm.). Sol rouge non décalcifié.

A₁ : Horizon inférieur plus argileux et plus rubéfié (20 cm.). Sol rouge non décalcifié.

C₁ : Marne fortement altérée, avec concrétions calcaires et contenant des chlorures (sur les éboulis du talus, présence de plantes halophiles).

C₂ : Marne du pliocène moyen intacte.

b) *Analyses physiques* (p. 100)

	A	A ₁	C ₁
	—	—	—
Argile	19,5	24	20
Limon	37	36,5	35
Sables totaux	43,5	40,0	45,1
Sable grossier	13,1	11,5	26,9
Sable fin	30,4	18,5	18,2
Calcaire total	20,5	14,6	69,2
Calcaire grossier	4,9	3,9	40,2
Calcaire fin	15,6	10,7	29,3
Matières organiques	1,8	1,5	1,0

c) *Analyses chimiques* (p. 1.000)

	A	A ₁	C ₁
Azote	0,9	0,75	0,5
Acide phosphorique assimilable	traces	traces	traces
Potasse assimilable	15	10	35
Chlorures	0	0	3,5

INDEX

	Pages
RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX	11
COMITÉ DE HAUT-PATRONAGE	13
COMITÉ CENTRAL D'ORGANISATION	14
COMITÉ LOCAL D'ORGANISATION	15
APERÇU GÉOGRAPHIQUE	17
ESQUISSÉ GÉOLOGIQUE	37
LE TAPIS VÉGÉTAL	42
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'AGRONOMIE MÉDITERRANÉENNE	52
LES CRUS VITICOLES	56
HORAIRE DU PROGRAMME	65
DESCRIPTION DES ITINÉRAIRES ET DES SOLS	67

CAUSSE
GRAILLE
CASTELNAU
Imprimeurs Editeurs
MONTPELLIER

very rusty paper
from George
Herrin
gentle paper

Excellent
Lardner's Pedagogic in letters
But never do the present work

Handwritten notes at the bottom of the page, mostly illegible due to fading.

PAUL MARCELIN

Conservateur du Musée
d'Histoire Naturelle de Nîmes
Chargé de recherches
au Centre National
de la Recherche Scientifique

OBSERVATIONS

sur des

TERRES ET DES SOLS
EN RÉGION MÉDITERRANÉENNE

I

TERRES ET SOLS EN COSTIÈRE



NIMES

1947

TERRES ET SOLS EN COSTIÈRE

PAUL MARCELIN

Conservateur du Musée
d'Histoire Naturelle de Nîmes
Chargé de recherches
au Centre National
de la Recherche Scientifique

OBSERVATIONS

sur des

TERRES ET DES SOLS

EN RÉGION MÉDITERRANÉENNE

I

TERRES ET SOLS EN COSTIÈRE



NÎMES

1947

OBSERVATIONS

SUR DES TERRES ET DES SOLS

EN

RÉGION MÉDITERRANÉENNE

(1^{re} Partie)

Nous aurions voulu, à l'occasion de la Conférence Internationale de Pédologie méditerranéenne, publier l'ensemble des observations que nous poursuivons depuis de longues années sur les terres et les sols dans les départements du Gard et les départements limitrophes: Hérault, Lozère, Vaucluse.

Ces observations ont porté surtout sur:

- les terres rouges*
- les loess*
- les terres de Costière*
- les formations superficielles en montagne.*

Les tâches multiples que nous impose la direction d'un Musée d'Histoire Naturelle que nous avons voulu rendre aussi vivant que possible, ne nous ont permis, jusqu'à présent, que de publier un certain nombre de notes qui sont peu de chose par rapport à l'ensemble de nos études.

On trouvera les titres des principales d'entre elles dans la Bibliographie établie à l'occasion de la conférence par M. Bordas. Celui-ci a d'ailleurs souvent fait mention de nos travaux dans l'ensemble de ses publications. Enfin, nous avons plusieurs fois exposé nos recherches à la Section Midi-Sud-Est de l'Association Française pour l'Etude du Sol, dans des conférences faites à la Société d'Etude des Sciences Naturelles de Nîmes, à la Société d'Etude des Sciences Naturelles d'Avignon, à l'Institut de Botanique de la Faculté des Sciences de Montpellier en 1943, sous le patronage de M. le Professeur Emberger et en 1946, à l'Ins-

titut de Géographie de cette même ville sous le patronage de M. le Professeur Marre. (Six leçons sur les terres et les sols).

Les conditions actuelles de l'impression ne nous permettent pas cette publication. Nous nous contenterons de donner seulement un exposé de la méthode que nous avons constamment suivie et, à titre d'exemple, une étude sur les terres de Costière.

Nous espérons pouvoir publier plus tard une deuxième partie de ces observations sur des terres et des sols en régions méditerranéennes où les autres sujets d'étude : terres rouges, loess, formation de montagnes seront exposés, à leur tour, de la même manière que nous présentons les terres de Costière.

QUESTIONS DE MÉTHODES

SUR UNE METHODE D'ETUDE DES TERRES ET DES SOLS

Nos observations ont été guidées d'abord uniquement par la Géologie ou la Géographie. C'est seulement vers 1930 (1) que nous avons tenté de compléter ces disciplines anciennes par celle que nous apportait la nouvelle science des sols ou Pédologie, exposée en France quelques années auparavant par V. Agafonoff.

Il importe de préciser comment nous entendons la Pédologie et quel sens nous donnons à ce mot. Lieu de rencontre de diverses sciences, elle a connu cette fortune, un peu lourde, d'hériter de l'apport considérable des recherches, surtout expérimentales, des chimistes, des physiciens et des agronomes. Cependant, la conception même du sol, que nous devons tout particulièrement aux savants russes, la liaison avec le climat et la végétation doivent beaucoup à des géologues, des géographes, des phytogéographes. De ce fait, l'observation s'est installée à côté de l'expérimentation et l'étude sur le terrain réclame une place importante à côté des travaux du laboratoire.

Il en résulte, on le sait, pour l'instant, une sorte de malaise, sans doute provisoire, une incertitude sur la définition même de la Pédologie et sur sa méthode, un déséquilibre, une sorte d'écartèlement que subit la science des sols partagée entre l'étude des phénomènes qui se passent dans le sol et que l'on peut souvent étudier au laboratoire et l'observation du sol lui-même que l'on ne peut faire que dans la nature.

Il n'y a pas lieu de s'inquiéter outre mesure de ces tiraillements. Notre science est jeune, elle subit une crise de croissance. Peut-être même ces oppositions sont-elles nécessaires pour fixer la méthode.

En fait, personne ne conteste plus l'importance de l'observation. Pourtant, ceux qui s'y adonnent spécialement sont encore clairsemés.

En tous cas, au début de toute étude sur les sols il importe de préciser comment on entend la Pédologie.

(1) Flaugère (A), Joubert (A), Kuhnoltz-Lordat (G) et Marcelin (P). L'enseignement de la forêt de Valbonne. Montpellier 1930.

Pour nous, nous suivons ici Oudin qui a dit là-dessus d'excellentes choses : « les études pédologiques sont essentiellement des études de terrain, des études simples, susceptibles d'être conduites dans la majorité des cas, sans analyses de laboratoire compliquées avec un minimum de déterminations élémentaires.

Sans doute, dans quelques cas particuliers et pour préciser un point de détail, une étude chimique détaillée, des déterminations minéralogiques approfondies peuvent être utiles ou même nécessaires. Mais ceci est une exception. La plupart du temps, un diagnostic général suffisamment exact peut être porté en se basant sur un petit nombre de signes extérieurs simples et faciles à déceler sans appareillage compliqué... La méthode se résume dans l'observation d'une coupe de sols... On comprend sous ce nom (Pédologie) la partie de la science du sol qui s'occupe spécialement de la structure, de la genèse et de l'évolution du sol. Ce n'est donc plus qu'un chapitre de l'étude du sol, à côté de la physique, de la chimie, de la microbiologie et de la fertilité du sol ». (1)

Erhart dit de même : « C'est avant tout une science de terrain, une science de naturalistes, en opposition avec les autres disciplines de la Science du Sol qui étudient le sol uniquement au laboratoire ». (2)

Quoiqu'il en soit de cette définition de la science, sur laquelle on discutera longtemps encore (3), retenons que ces deux auteurs font à l'observation la large place que nous demandons pour elle.

Malheureusement, malgré des avis aussi autorisés, il semble que, pour beaucoup de ceux qui étudient le sol, après être accordée, l'importance de l'observation du sol paraît assez souvent négligée. Il est assez naturel que les physiciens et les chimistes devant une coupe de sol éprouvent la nostalgie du laboratoire. Mais les naturalistes ne paraissent pas davantage séduits par elle.

Les géologues s'intéressent peu, en général, à ces formations superficielles sans épaisseur où manque le secours de la paléontologie et de la stratigraphie.

(1) Oudin. La pédologie, son objet et ses méthodes, son intérêt agronomique. Bull. Ass. Franç. pr. l'Etude du Sol; t. III. Dbre 1937, pp. 279-193.

(2) Erhart (H). Traité de Pédologie, Strasbourg 1935.

(3) Voir Bordas (J). Etat actuel et orientation de la Pédologie en France. Publication spéciale de l'Ass. Franç. pr l'Etude du Sol, Avignon, Martin Mourre, 1944.

Après un hommage volontiers rendu les botanistes attachent, on le comprend, plus d'importance aux plantes, isolées ou groupées, qu'au sol qui les porte et les nourrit.

Il faut cependant revenir sur l'importance de l'observation du sol telle qu'elle est définie par Oudin et la proposer, avec insistance aux Pédologues de toutes sortes.

Aucune étude du sol n'aura de sens et ne sera valable si elle n'est précédée par une telle opération sur le terrain.

Il faut remarquer pourtant que nous possédons déjà bon nombre d'observations faites sur les profils. Beaucoup de pédologues ont fait précéder leurs analyses mécaniques et physiques, de la description parfois détaillée du sol observé en place avant d'être étudié au laboratoire. Mais ces analyses ne sont jamais très nombreuses. Or le sol n'est pas comparable aux espèces minérales constantes dans leur composition. Il n'est rien de plus variable, dans certaines localités, sur des espaces très réduits, dans un même champ parfois. En région montagneuse, et presque partout, en région méditerranéenne, les mélanges, les passages, les transitions sont la règle.

Nous sommes donc obligés pour arriver à la connaissance d'un sol de nous livrer à un assez grand nombre d'observations. Et si nous désirons aborder le problème de sa genèse, nous devons nous livrer à la même observation prolongée en ce qui concerne les roches mères et toutes les autres caractéristiques du milieu. En réalité, ainsi que cela se passe pour la Géologie ou la Phytogéographie, on ne peut espérer connaître les sols d'une région qu'après des contacts répétés et fréquents et en les étudiant dans toute une région. L'examen d'un seul profil est, en lui-même, plein d'enseignements, mais il convient de ne pas en tirer des conclusions valables pour toute une région ou pour toute une catégorie de sols.

C'est ce contact longtemps prolongé avec le terrain dans la région déjà définie, qui nous a permis les observations que nous résumerons plus loin. Il nous a d'abord amené à proposer la distinction entre les *terres* et les *sols* que nous faisons depuis longtemps déjà et qu'il est nécessaire d'expliquer avant toute autre chose.

Si l'on accepte la définition du sol qui est maintenant à la base de la Pédologie, on s'aperçoit vite, dès les premiers contacts avec notre pays, que de grandes surfaces y sont privées de sols proprement dits, ce qui est le fait du climat, des formes du terrain, de l'érosion, des cultures

millénaires. C'est là un trait, bien connu, des paysages méditerranéens. Ces surfaces, cependant, intéressent au plus haut point, l'agriculture et la sylviculture, et d'une autre manière, la géobotanique, la géographie, la géologie.

Il importe donc de rappeler et de préciser la distinction à établir entre un sol proprement dit et les autres formations superficielles.

Nous appellerons sol avec Agafonoff : « le corps créé par la rencontre de deux mondes : le monde minéral et le monde vivant. Ce dernier par les processus bio-chimiques causés par la vie et la mort de tous les organismes avec l'aide des agents atmosphériques (eaux atmosphériques, variations de température, vents) transforme la couche superficielle de la roche en ce corps nouveau qui est le sol ». (1)

Ajoutons avec Demolon (2), que la roche-mère peut être une roche meuble et insistons sur ce que le nouveau corps présente un aspect, une structure, des propriétés qui le différencient nettement de la roche-mère.

Par contre, nous appellerons terre toute formation géologique meuble ou désagrégée, qui peut fournir aux végétaux « le support où ils sont fixés, le milieu nécessaire au développement de leurs racines et les réserves alimentaires utiles à leur existence ». (3) Elle peut avoir été amenée à cet état après une intervention extrêmement réduite des phénomènes bio-chimiques ou même sans leur intervention, en tous cas, sans qu'ils arrivent jamais à donner à la couche superficielle, un aspect, une structure, des propriétés différentes et indépendantes de celles des parties profondes de la formation.

Pour prendre un exemple, nous dirons qu'il est impossible de considérer comme un sol proprement dit le terrain dans lequel, sur les dunes littorales de nos deux départements du Gard et de l'Hérault, au Grau-du-Roi (Gard) si l'on veut préciser, se développe l'association végétale des dunes à *Psammophila arenaria*. C'est un dépôt actuel, d'origine marine, et déplacé par le vent, de sable silico-calcaire, qui se présente à nous dans toute la pureté de sa formation géologique, et qui, sans aucune transformation visible, permet le développement d'une végétation parfois assez serrée. On n'y observe, bien entendu, ni horizons, ni structure, ni aucune différence d'aspect entre la surface et la profon-

(1) Agafonoff (V). Rev. Géographie Physique, 1929, vol. II, fasc. 3. Agriculture générale, 1921.

(2) Demolon. La dynamique du sol. Paris, 1932, p. 3.

(3) Diffloth. Agriculture générale, 1921.

deur, ni rien qui rappelle des influences extérieures à la roche. On n'y voit aucune formation d'humus sous les touffes de *Psammophila*, d'*Erianthus ravennae*, d'*Agrapyrum junceum*; on ne voit qu'un peu de poussière sèche et instable qui représente ce qui reste des débris végétaux. On n'y observe ni vers ni molluques; les arthropodes y sont peu nombreux, exception faite de quelques coléoptères tels que les Scarabées qui ne se trouvent jamais qu'en bien petit nombre par rapport à la surface des dunes. Une analyse chimique très fine ou des recherches microbiologiques, montreraient peut-être une différence entre les parties proches ou éloignées des racines, entre la surface ou la profondeur, entre les parties couvertes par la végétation ou les parties non colonisées. Mais ces différences ne suffiraient jamais à rendre applicable à cette formation géologique la définition du sol que nous avons admise. D'ailleurs, si la moindre évolution, due aux processus bio-chimiques, se dessinait, elle serait rapidement interrompue par la mobilité des éléments de la dune non fixée.

Nous avons donc affaire à une formation géologique apte, aussitôt constituée, à recevoir une végétation: c'est ce que nous appelons une *terre*.

Non loin du rivage, au sud d'Aigues-Mortes, dans les bois du Mas de l'Abbé, dans des conditions de milieu différentes, sous le couvert des chênes verts et pubescents, sur cette terre sableuse, se forme un véritable *sol*, se différenciant, très nettement du sable de la dune, par son aspect, sa couleur et sa structure.

Nous considérerons, de même, comme des *terres* et non comme des sols, une marne, un sable fluviatile, ou marin, ancien ou récent, un loess, une arène granitique... etc... Nous parlerons alors de terres marneuses, sableuses, loessiques, granitiques, etc.

Cette distinction n'avait évidemment échappé à aucun de ceux qui se sont occupés de l'étude des sols, après l'adoption de la définition de l'objet même de la Pédologie comme un corps nouveau, c'est-à-dire, en fait, depuis les débuts de la nouvelle science.

Elle s'imposait d'une manière particulièrement nette dans notre région méditerranéenne, au relief jeune, avec un niveau de base rapproché des sommets montagneux, un climat excessif et une très vieille occupation humaine. C'est pourquoi tous les observateurs ont dû distinguer des formations superficielles qui sont au début de l'évolution pédologique et d'autres qui résultent de la destruction du sol

par la culture et du mélange de leurs éléments avec ceux de la roche-mère.

Divers noms ont été donnés aux premiers, par exemple : sols squelettiques, sols d'érosion, présols... etc., et aux seconds par exemple : sols remués.

Del Vilar a distingué très justement les sols au stade oropédique (squelettiques, d'érosion...) et ceux du stade agripédique (remués).

Cette distinction entre les sols et le reste des matériaux devrait être maintenant bien assise. Cependant, la confusion persiste encore. La notion récente ne s'est pas encore imposée. On en reste souvent à la définition ancienne : zone superficielle de l'écorce terrestre dans laquelle pénètrent les racines des plantes.

Pour nous, nous estimons que la distinction entre ce qui est un sol et ce qui ne l'est pas a une telle importance que nous insistons constamment sur la nécessité de séparer une formation de l'autre, c'est pourquoi nous proposons de généraliser l'emploi du mot *terre* qui a l'avantage d'être simple, compris de tous et qui n'oblige pas à employer le mot sol en l'accompagnant d'une qualification par exemple : sol squelettique, sol d'érosion, sol remué...

Mais nous pensons que les méthodes pédologiques ne s'appliquent pas seulement aux sols proprement dits, qu'il y a intérêt à rechercher, dans les terres elles-mêmes, la trace des phénomènes dont l'aboutissement est le sol, que les conditions climatiques, qui jouent un si grand rôle dans la différenciation des sols, ont également une action sur les terres et qu'ainsi, ces dernières ne relèvent pas seulement de la Géologie.

C'est pour cette raison que, nous efforçant de ne jamais confondre les uns et les autres, nous les associons dans nos études et leur appliquons les mêmes méthodes d'observations.

Nous croyons devoir indiquer maintenant quelles sont ces méthodes.

II

Il convient d'abord de réunir le matériel cartographique relatif à la région où l'on étudie les terres et les sols. En effet, nous pensons qu'une observation isolée qui peut être toujours utile ne prend toute sa valeur que si on la compare à de nombreuses observations semblables portant, sur toute une région, ainsi que nous l'avons déjà dit. Il faut

donc que nous possédions tous les éléments d'information sur cette région, et la carte est l'un des meilleurs. Le résultat de nos observations à un moment donné, devra se traduire par une représentation graphique. Ici encore, le choix de la carte s'imposera là aussi.

Malheureusement, ce choix était fort limité en ce qui concernait les départements considérés. La carte de l'Etat-major au 80.000^{me}, en hachures et son agrandissement au 50.000^{me}, les minutes au 40.000^{me} en courbes et la carte au 25.000^{me} en courbes, en quatre couleurs dressée par l'*Army Map Service (Washington D. C. 1944)*, tel est le matériel cartographique dont nous nous sommes servis. Pour l'étude particulière de la Costière, nous nous sommes servis des plans cadastraux parcellaires au 1/2.500^{me}, et des feuilles d'assemblage des sections cadastrales au 20 ou au 10.000^{me}. L'échelle de ces plans et de ces feuilles se rapproche de ce que l'on peut demander pour l'étude des terres et des sols et surtout pour les représentations graphiques.

De toutes façons pour le but que nous poursuivons le choix de l'échelle de la carte est très important. « Le Professeur Ramann remarque avec raison, à ce sujet, que, sur une carte au 1/100.000^{me}, sont visibles toutes les modifications qui intéressent environ 100 hectares, sur une carte au 1/25.000^{me}, celles qui intéressent cinq à six hectares, sur une carte au 1.5000^{me}, celles qui concernent 1/3 d'hectare ». (1)

L'emploi des plans parcellaires et des feuilles d'assemblage nous rapproche de ces cartes au 1/5.000^{me}, levés en Allemagne sous le nom de « cartes du sol spécifiques » et il faudra arriver même à des cartes de domaines telles que celles qui ont été dressées par Stremme à l'échelle du 1/250^{me}. (2) Nous en sommes là pour l'instant.

Malheureusement, la révision cadastrale qui est en train dans toute la France est loin d'être achevée et certaines des feuilles d'assemblage datent de la première moitié du XIX^{me} siècle. Le tracé des routes y est parfois différent de ce qu'il est aujourd'hui, les lignes de chemin de fer n'y figurent pas, les noms de lieux ont changé... de telle sorte que ces feuilles ne constituent qu'un matériel cartographi-

(1) Niklas (H). Utilité des cartes du sol pour l'agriculture. Rev. Inter. des renseignements agricoles, Vol. II, n° 2, Avril, Juin, 1924, pp. 288, 299.

(2) Wolf (A). Conférences sur l'étude de la cartographie du sol faites à la réunion de la Soc. Allemande de Pédologie (Hambourg). Rev. Inter. Agriculture, publ. mens. Dbre 1928. V. aussi Bordas (J). Essai d'agronomie Méditerranéenne. Avignon 1946.

que bien imparfait. D'autant plus, que, comme les plans parcellaires, elles ne donnent aucune indication du relief, même les eaux n'y sont souvent pas figurées. Quant aux feuilles révisées, beaucoup plus utiles à la connaissance d'un lieu donné, elles présentent aussi ces dernières lacunes, inhérentes au principe même des relevés cadastraux.

Nous nous sommes servis de tous ces éléments, mais pratiquement, c'est la carte au 50.000^m qui, malgré ses imperfections, rend le plus de services.

Mais les cartes ne sont pas seulement indispensables pour l'observation sur le terrain; elles doivent être en elles-mêmes un objet préalable d'observation. Nous n'aurons ici qu'à nous laisser guider par les géographes qui donnent à leurs élèves un excellent enseignement sur la meilleure manière de tirer parti des cartes, de les faire parler.

Nous leur prendrons aussi la méthode des coupes topographiques. Les conditions topographiques locales dont l'importance sur les profils est évidente apparaîtront avec plus de netteté si nous les représentons graphiquement d'après les indications de la carte.

Par exemple, en Costière, au sud de Nîmes, des coupes diversement orientées, montrent que dans ce pays, les surfaces horizontales ne se montrent pas seules. Même dans les parties où l'examen direct de la carte n'indique pas un relief accusé, les coupes topographiques mettent en lumière des différences d'altitudes qui montrent que s'il s'agit de terrasses, celles-ci ont déjà subi une érosion, une dissection qui ne peut manquer d'avoir une influence sur l'état des terres et des sols.

Si les feuilles d'assemblage et les plans parcellaires ne nous disent rien de la topographie, par contre, ils sont riches en enseignements d'un autre ordre. La forme des champs, leur groupement, leur distribution dans une commune, est assurément en relation avec la nature des terres. (1)

D'autre part, l'abondance des noms de lieux dits fournit un matériel toponymique qui, souvent, peut donner d'utiles indications sur la nature des terres et des formations végétales qu'elles supportent.

Ainsi, par exemple, dans la commune de Langlade, à l'ouest de Nîmes, dans le fond de la cuvette anticlinale que forment les calcaires et marnes de l'Eocrétacé, dans la Vau-

(1) Marcelin (Paul). Sur la forme des champs dans la garrigue nîmoise. Hommage au Professeur Sion. Revue Languedocienne de Géographie; 2^e série; t.XIII. Juillet-Décembre 1942; pp. 170-194.

nage, nous trouverons les quartiers des cannes (*Arundo donax*), des aubes (*Populus alba*), de la cannebière, lieu de culture du chanvre, qui nous renseignent sur le profil hydrique des terres que l'on y rencontre. Dans la commune de Vauvert, en Costière, au sud de Nîmes, les lieux dits : silex, pierrefeu, Coste rouge, nous indiquent quelles sont les caractéristiques les plus frappantes des terres.

Il faut insister sur le terme *grès* (1) que l'on retrouve un peu partout dans les lieux dits de Costière, mais ailleurs aussi. Il a le même sens partout : terres caillouteuses, mais la nature des éléments peut être très différente : calcaires anguleux des éboulis de coteaux ou cailloux siliceux arrondis des alluvions rhodaniennes.

Après le choix et la réunion du matériel cartographique et les enseignements que l'on en peut tirer, vient l'observation dans la nature de tout ce que celle-ci peut nous offrir pour nous éclairer.

C'est alors que nous devons noter : « *les conditions topographiques locales (relief, exposition, altitude) qui règlent le rapport entre l'infiltration et le ruissellement, les conditions hydrographiques et hydrologiques locales (examen des puits, variations saisonnières du profil hydrique)*. (2)

D'une manière précise, ceci est d'abord une étude des *formes du terrain*, d'après les méthodes que nous devons aux géographes.

Dans une région calcaire, telle que la garrigue de Nîmes, nous trouverons des vallées karstiques et des vallées normales, des grottes, des avens, des dolines, des poljes, des lapiaz, des parties planes structurales et des pénéplaines. Nous pouvons être assurés que, pour une roche-mère uniforme, les terres subiront des variations du fait de chacune des formes auxquelles elles seront associées.

Une région montagneuse sera encore plus riche en formes diverses dues à la glace, à la neige, à l'intensité de l'action des agents atmosphériques. *Les pieds de coteaux, les éperons*, joueront partout, même dans les collines, un rôle déterminant dans la constitution des terres, ainsi que l'a montré Kuhnoltz-Lordat.

Une région basse et caillouteuse, comme la Costière, sera évidemment moins variée dans ses formes. Cependant, même dans un pays aussi jeune, nous retrouverons la trace

(1) Nous proposons d'écrire ce mot avec deux s : *gress*, pour qu'on le prononce comme on le fait partout dans le midi méditerranéen, ce qui permet d'ailleurs de le distinguer de la roche appelée *grès* avec laquelle la terre de *gress* n'a aucun rapport.

(2) Bordas, loc. cit. 1944.

des phénomènes que l'on constate dans les régions montagneuses à roches variées : opposition de ravins étroits et escarpés et de vallons aux formes douces, et même dépressions fermées analogues à celles du karst. Le résultat de ces observations pourra être une carte *morphologique*, telles que les géographes ont coutume d'en établir.

On arrivera de même à établir une *carte hydrologique* sur laquelle figureront les cours d'eau permanents ou temporaires, les sources, les lieux mouilleux, les marais, les résurgences, les fissures, les canaux d'irrigation et de drainage.

Toutes ces observations sont exactement de nature géographique. Elles précèdent l'observation géologique à laquelle nous attachons la plus grande importance, mais il faut préciser quelle doit en être la nature adaptée au but spécial que nous poursuivons.

« Ce qui nous intéresse surtout, ce n'est pas tant de savoir à quel étage les roches appartiennent que de connaître leur origine, leur faciès, leur composition, leur résistance plus ou moins grande à l'érosion et enfin ce qu'elles engendrent ». (1)

Un viticulteur praticien déclarait que pour l'étude des terres par rapport à leur valeur agricole « il était parfaitement inutile de savoir si tel terrain provenait du Sannoisien, du Turonien, du Valdonnien ou de tout autre étage géologique, cet étalage d'érudition lui paraissait pédant, sans plus ». (2)

Nous serons, en effet, d'accord sur ce que le plus important pour nous n'est pas la stratigraphie ni la géologie historique, mais l'étude des roches, de leurs diverses transformations et de leurs remaniements. Cependant nos auteurs font remarquer que, si « une marne est une marne, une arène est une arène... elles peuvent avoir, l'une et l'autre, des caractères spéciaux importants suivant l'époque où elles ont été formées et surtout suivant les conditions de formation de leurs dépôts ».

Il convient d'ajouter que l'on ne saurait nommer un terrain autrement qu'en employant les désignations des stratigraphes. Donner la composition lithologique d'un terrain ne suffit pas à fixer son état-civil. Si l'on n'accepte pas cette convention, on risque de tomber dans l'erreur de ces biologistes qui, autrefois, décrivaient les mœurs de tel ou tel animal, sans s'attacher à préciser sa place dans la classi-

(1) Bordas, loc. cit. 1944.

(2) Bordas (J) et Kuhnoltz-Lordat, Délimitation de l'aire de production de Bandol. Documentation Comité Nat. Appellation d'origine. Paris 1942.

fication. Si l'on parle des marnes qui affleurent en Costière, il convient, au moins une fois, d'indiquer qu'il s'agit là des *marnes bleues plaisanciennes à Nassa semistriata*.

Là s'arrêtera le recours à la Géologie classique, mais on ne saurait s'en passer.

On ne peut donc entreprendre aucune observation sans consulter la carte géologique au 80.000^{me} du Ministère des Travaux Publics. Elle sera elle-même un objet d'observation, comme il en a été de son fonds topographique. Mais on ne devra pas faire état de ses indications sans les confronter avec le terrain, il faudra procéder à la vérification des contours. Quelles que soient la conscience et la valeur des géologues qui les ont établies, il peut toujours y avoir des modifications à apporter.

Si l'on considère, par exemple, la dépression fermée de Jonquières, à l'est de la Costière, où affleurent d'une manière grossièrement concentrique des terrains éocènes, miocènes, pliocènes, quaternaires, actuels, on voit que les diverses cartes qui ont été établies, en 1850, par Emilien Dumas, en 1885, par Fontannes et Carez, en 1925 par Roman et De Brun, ne sont pas exactement d'accord entre elles. Les différences de tracés ne sont pas importantes du point de vue ordinaire de la Géologie; elles le sont beaucoup plus quand on veut étudier les terres. Les deux premières donnent les limites d'un étang asséché, *la Palud* des plans cadastraux. La carte de 1850 lui donne 1 K. 800 de plus grand diamètre, celle de 1885, 1 K. 500 seulement, le tracé de l'étang a disparu de la carte de 1925. Cependant, les terres de l'étang, noires, argileuses et humiques, dérivent de sols palustres et n'ont rien de commun avec les terres sèches, claires, calcaires et siliceuses, entourant la Palud et qui sont des limons éoliens ou de ruissellement provenant du vannage et du lavage des divers terrains que nous avons situés autour de la dépression. Il y a là, évidemment, une correction à apporter à la carte géologique.

Nous aurions besoin aussi, on l'a dit plusieurs fois déjà, de *cartes des roches-mères*, de *cartes de faciès*. Le géographe Passarge demandait, depuis longtemps, la publication de cartes lithologiques rédigées spécialement en vue de l'interprétation des formes des terrains. Elles seraient aussi d'un puissant intérêt pour les études pédologiques, plus que les cartes actuelles qui figurent essentiellement des *formations synchroniques*. Bordas a donné de telles cartes sché-

matiques pour cinq départements du Bas-Rhône (1) et il les a établies aussi à l'échelle du 80.000^me, pour ce même pays d'après les cartes géologiques. Mais il faut les compléter par des levés spéciaux. C'est une étude facile, en région méditerranéenne où la couverture végétale n'est jamais assez dense ni assez continue pour masquer les roches.

Les difficultés de l'observation sont beaucoup plus grandes quand on se trouve en présence de formations qui résultent de la désagrégation des roches-mères, de leur ameublissement quand elles sont compactes et du transport et du dépôt de leurs éléments, à plus ou moins longue distance.

Nous sommes pourtant ici au cœur de la question. C'est seulement quand la roche est meuble ou ameublie qu'elle est une *terre* susceptible de nourrir et de soutenir une végétation spontanée ou cultivée. Et seulement alors, elle est susceptible de donner naissance à un *sol*, résultat de facteurs conjugués dûs à la nature de la roche-mère, de sa position topographique, du climat et de la végétation.

Ces formations qui vont de la désagrégation sur place de la roche, jusqu'à la formation, parfois lointaine, d'une nouvelle roche, faite des débris de la première, mais qui sont toujours des formations continentales, sont les formations *éluviales*, *colluviales* et *alluviales*.

Pour les deux premières, nous n'avons aucun secours à espérer de la carte géologique. Elle les néglige systématiquement et à juste titre, car si elle entreprenait de les figurer, elle masquerait presque complètement les assises rocheuses, antérieures à l'époque actuelle dont elle se propose de tracer les limites. Pour les secondes, elles sont indiquées quand elles sont assez épaisses et assez étendues. Mais nombre de lambeaux alluviaux sont négligés, et souvent la carte ne nous dit rien sur la nature des alluvions.

Il pourrait sembler que les terres qui résultent de ces actions ameublissantes vont s'offrir largement à notre observation. Il n'en est rien. Ici les surfaces sont de peu d'étendue. Tout est en mélange, en passage et en transition. Nous n'avons pas, comme en Géologie classique, les grandes coupes naturelles des montagnes et des vallées. Il nous faut profiter des écorchures superficielles des talus de chemins, des berges de ruisseaux; la forêt, la végétation gênent nos recherches. Il faut pourtant, dès qu'une surface

(1) Bordas (J). Atlas de Géographie agronomique de cinq départements du Bas-Rhône. Bull. Soc. Et. Ss. Nat. Vaucluse, 13^e Ann^{os} 1 et 2, 1^{er}-2^e trim. 1942.

est accessible, rechercher les éléments étrangers à la roche sous-jacente, celle qui appartient normalement à l'étage figuré sur la carte, pour savoir quelle est la cause qui les a amenés là et le rôle qu'ils jouent dans la couverture superficielle.

Tout ce qui précède était indispensable aux observations que nous résumons plus bas, elles seront toujours indispensables à toute étude de ce genre. Mais il faut enfin prendre contact avec les terres et les sols proprement dits.

Quelques bonnes coupes, naturelles ou artificielles, nous montrent ceux-ci dans des lieux privilégiés, dans des forêts préservées, dans une certaine mesure, des actions humaines perturbatrices sur des surfaces planes préservées des actions érosives. Nous nous sommes pénétrés de cette distinction nécessaire, à notre avis, entre les terres et les sols. Ceux-ci, nous les avons définis, au début de cette étude, comme le font les pédologues et c'est là la base de toute la Pédologie, au sens restreint, comme au sens large. Quant aux terres, elles ne résultent pas seulement de l'ameublissement des roches par ces phénomènes éluviaux, colluviaux, et alluviaux que nous devons avoir définis, recherchés et observés avec soin. Elles résultent aussi du mélange par la culture de ces éléments meubles, purement minéraux avec le sol qui porte la marque évidente de phénomènes biologiques. Ainsi que le dit Kuhnholz-Lordat : « le sol initial phytogénique est devenu lentement, mais inexorablement, une terre ». (1) Ces terres sont ce que Del Villar (2) appelle des sols dans leur *phase posthume agropédique*.

L'examen attentif des profils après les observations préalables que nous avons indiquées, nous a permis de nous pénétrer de cette distinction indispensable entre les terres et les sols. Il nous amène ensuite à cette observation capitale, acquisition considérable due à la Pédologie, et à la Pédologie d'observation : l'existence des *horizons*.

Pour y arriver, nous notons d'abord la situation topographique de la coupe en la reliant à l'étude des formes du terrain que nous avons déjà faite.

(1) Kuhnholz-Lordat. Sur la portée pratique de la Pédologie en matière de délimitation (Communication faite à l'Ass. Franç. pour l'étude du sol, 29 Mai 1943. Extrait des Annales de l'Ecole Nationale d'Agriculture. Juin 1944.

(2) Del Villar (E). El Suelo. Barcelone 1931, pp. 206-207 et 233.

Nous choisirons de préférence cette coupe sur une surface plane, structurale, de pénéplaine, de replat. Nous la situerons aussi sur une des formations géologiques que nous avons appris à connaître en détail, en voyant s'il s'agit d'un ameublissement éluvial, colluvial, ou alluvial.

La connaissance que nous aurons acquise de la Géologie et de la Géographie physique de la région nous permettra de ne pas nous laisser prendre au piège des superpositions de diverses formations superficielles que, sous une faible épaisseur, le ruissellement, le glissement, le *creeping* sur les pentes peuvent avoir amenées et que l'on pourrait parfois prendre pour des horizons si l'on ne considère en soi qu'un seul profil. C'est un phénomène qui est fréquent en montagne, nous l'avons signalé dans le massif de l'Aigoual (3) et en forêt de Valbonne (4), mais on le retrouve sur toutes les pentes, même faibles, par exemple en Costière. De même, nous ne prendrons pas pour un horizon d'accumulation calcaire, certaines concrétions que l'on observe parfois dans les terres rouges, mais que l'on trouve partout où des formations géologiques, meubles et perméables sont parcourues par des solutions calcaires jusqu'à de grandes profondeurs bien loin de la surface où se fait l'évolution biochimique des sols.

Pareillement, nous ne prendrons pas, pour un horizon d'accumulation ferrique, des rognons, nodules, plaquettes d'oxydes de fer dont on peut retrouver l'origine dans des formations résiduelles sidérolithiques qui existent en place, dans la même région, quoique parfois à d'assez grandes distances. On le voit, en particulier sur les plateaux urgoniens du Gard (Garrigues de Nîmes) ou sur les Causses jurassiques de la Lozère (Causse Méjean, route de l'Aven Armand, au-dessus de Meyrueis, Can de l'Hospitalet, route de Barre au Pompidou, etc.).

Enfin, nous devons prendre garde aux *masques* qui recouvrent parfois le sol. Très souvent les terres rouges sont ainsi dissimulées par une sorte de pavage de cailloux calcaires anguleux, ce sont des *masques par glissement*, de proche en proche qui peuvent faire douter de la nature du sol ou de la terre ou faire croire à une intercalation normale, habituelle au profil.

(3) Nègre (M) et Marcelin (P). A propos de quelques sols du Midi de la France. Rev. Eaux et Forêts, Avril 1931, pp. 1-12 du tiré à part).

(4) Flaugère, Joubert, Kuhnoltz-Lordat et Marcelin. L'enseignement de la Forêt de Valbonne, loc. cit.

Ces pièges déjoués, nous voyons enfin les horizons, nous nous attachons à définir la couleur de l'ensemble et des diverses parties, en la rapportant, si possible, à un code conventionnel, l'épaisseur des horizons, la puissance de la roche altérée (zersatz), enfin, tout ce qui est susceptible d'être mesuré.

Toutes ces observations, directes ou indirectes du sol et des terres étaient, jusqu'à présent, *visuelles*. Nous aurons à acquérir une connaissance plus intime de l'objet de nos études par des observations que nous appellerons *tactiles* sur les propriétés de texture, de consistance, d'adhésivité.

Avant toutes les autres propriétés, il est possible jusqu'à un certain point, d'acquérir une connaissance du matériel envisagé au point de vue de la grosseur des particules, en attendant les analyses mécaniques du laboratoire. De nombreux auteurs géologues, pédologues, agronomes ont proposés des procédés d'analyses et des échelles de grandeur sur lesquelles nous n'avons pas à insister.

Pour le pédologue de terrain, le toucher donne déjà des indications intéressantes. « Sur le chantier, on doit quelquefois qualifier de sableux tout sol dont on sent rouler les granulations sous les doigts, si fines soient-elles, le toucher permet, en effet, d'apprécier mieux que l'œil, les particules de l'ordre du $1/10^{\text{me}}$ de m/m ». (1)

Par exemple, le toucher permet de distinguer facilement un limon loessique d'un sable fin. Mais un tamisage rapide, à la maille de 2 mm. ou de 1 mm. permet mieux encore de se rendre compte de la dimension des particules.

La matière fine qui passe au tamis de 1 mm. échappe à l'observation sur le terrain. Elle relève du laboratoire pour l'analyse microscopique ou chimique.

Par contre, il nous appartient de nous rendre compte de la nature véritable lithologique ou minéralogique de la fraction sableuse, graveleuse ou caillouteuse supérieure à 1 mm. Il en résultera bien des enseignements sur la nature et l'origine des terres et des sols. La proportion des cailloux les plus gros peut être évaluée par comptage et nous savons qu'ils sont loin d'être sans action sur le sol dont ils modifient au moins les propriétés physiques. En Costière sur certains points, plusieurs comptages nous ont donné 75 % d'éléments caillouteux cassés, ce qui paraît indiquer des remaniements importants du dépôt originel.

(1) Buisson (M). Essais de Géotechnique; caractéristiques physiques et mécaniques des sols (Paris 1942).

En ce qui concerne les observations sur la texture, la consistance, l'adhésivité, nous renvoyons à ce que dit Del Villar qui nous a servi de guide. (1) Nous attachons une grande importance à la forme des agrégats qui, à notre avis, sont la propriété la plus caractéristique des sols, celle qui permet de les distinguer, des terres à première vue et sans erreur possible et qui, peut-être, par la suite pourra donner une classification entièrement objective. (2)

L'humus ne nous permettra d'autre observation que celle de la couleur qu'il donne au sol. La recherche du calcaire nous sera facilitée, au contraire, par l'essai à l'acide chlorhydrique étendu. Il nous révélera les différences les plus étonnantes quant à la teneur en calcaire. En Costière, nous avons pu suivre ainsi, pas à pas, le mélange de limons loessiques calcaires avec les cailloutis siliceux. Dans les régions calcaires supportant des terres rouges, on ne peut jamais savoir à l'avance si l'une d'elles contient ou non du calcaire. En général, on est porté à croire qu'elles sont décalcifiées et il en est souvent ainsi, mais non pas toujours. Dans la garrigue nimoise, au nord et au nord-est, des terres rouges proviennent de limons loessiques rubéfiés, mais qui sont très irrégulièrement décalcifiés. Il est fréquent de trouver un champ dont la moitié de la surface possède du calcaire, tandis que l'autre moitié n'en a pas. Ces essais portent, non seulement sur la surface, mais aussi, naturellement à différentes hauteurs dans le profil pour montrer la migration de cet élément. Nous ne croyons pas que l'on puisse faire une étude des terres ou des sols, dans une région quelconque, sans essayer, à tout instant, quelle est la réaction à l'acide du matériel que l'on examine, et s'il est possible les comparer à quelques analyses, on doit pouvoir arriver empiriquement à apprécier assez exactement la teneur en calcaire. Pour l'argile, la seule observation, à l'aide d'un peu d'eau, permet de reconnaître les trois consistances de l'échelle d'Atterberg et les catégories qui en dérivent.

Il va de soi que l'examen des horizons suivant cette méthode sera notre soin principal quand il nous sera possible de les observer, ce qui n'est pas aussi fréquent qu'on le voudrait. Il faut prendre garde, en effet, à ce que certains

(1) Del Villar. El suelo.

(2) V. pour les agrégats: Henin. Etude physico-chimique de la stabilité structurale des terres — collection des monographies du Minis. de l'Agricult. Impr. 1938.

profils qui ne montrent rien de semblable peuvent cependant déceler, grâce à une observation plus fine, quelque tendance à la différenciation : délavage ou accumulation. Au cours d'une excursion en Provence de la Section Midi-Sud-Est de l'Association Française pour l'Etude du Sol, Oudin a pu nous montrer ainsi par une simple appréciation de plasticité au doigt, la migration de l'argile, dans un profil, en apparence uniforme, de sol sur terre rouge.

III

Si l'on a suivi le développement de cette méthode simple d'observation, on nous accordera qu'elle doit fournir sur chaque profil considéré et sur l'ensemble des profils d'une région, une masse abondante de faits nouveaux.

Les faits nouveaux ainsi acquis par ce long et prudent contact avec le terrain ne nous donnent certes pas la solution de tous les problèmes qui se posent à propos des terres et des sols.

Cependant, ils permettent, en premier lieu, de poursuivre les recherches du laboratoire par les procédés les plus perfectionnés de la physique et de la chimie en parfaite connaissance de la matière à analyser, de sa manière d'être dans la nature, de son origine, de son avenir possible et du stade évolutif auquel elle se trouve.

L'ensemble des renseignements de diverses sortes que nous avons réunis nous permet de juger de l'origine des terres et des sols, de nous faire une opinion sur la pédogénèse.

Nous pourrions donc, en deuxième lieu, ranger les sols dans l'une des classifications proposées, en nous basant sur leurs propriétés particulières ou sur leur origine. La classification climatique, venant après les notions de sol, de zonalité, d'agrégats, d'horizons, de migrations est le grand apport de la Pédologie. Il faut bien convenir, cependant, que nous ne sommes pas arrivés à établir une classification qui donne satisfaction à tous les chercheurs. Mais il s'agit d'une science jeune et les géologues ont mis plus de temps à s'accorder sur la classification stratigraphique.

« Les recherches ne sont qu'à leur début et la classification actuelle, si critiquable soit-elle, est un canevas provisoire, mais indispensable ». Ici encore, c'est le nombre

des observations qui permettra d'arriver à une entente.
« Les difficultés rencontrées dans la nomenclature et la classification viennent de l'insuffisance de la détermination des types et des sous-types ». (1)

La classification des terres offre beaucoup moins de difficultés, à cause des relations étroites qui existent entre elles et les roches dont elles proviennent. La classification géologique est ici à notre disposition, celle des stratigraphes pour donner un nom et celle des pétrographes pour indiquer une composition. Encore pourra-t-on arriver peut-être à une classification qui réponde mieux à nos besoins que les classifications anciennes, car l'action du climat se fait évidemment sentir sur les terres et une arène granitique dans le Gard, à basse altitude, dans une région sèche, peut n'être pas tout à fait semblable à une même arène, en Lozère, à plus de 1.000 mètres, dans une région très arrosée.

D'autre part, si dans nos régions de vieilles cultures, il ne reste plus rien des caractères du sol, dans la terre, il n'en est pas de même dans les pays nouvellement acquis à l'agriculture. Dans le premier cas « à la longue, l'effet des labours achève de faire de la cape arable une strate plus ou moins homogène et clairement différenciée ». (2) Dans le second cas : « le double caractère de modalité spéciale et d'étape déterminée oblige à faire des sols agricoles une étude double, à la lumière de la classification typologique générale et une autre spéciale pour la phase agropédique ». (3) Les trois ou quatre départements dans lesquels nous avons travaillé appartiennent certes à la première catégorie. Cependant, nous pourrions peut-être retrouver encore dans certaines terres le type de sols dont elles peuvent provenir et prévoir vers quels types vont évoluer les terres au repos, en jachère, en friche ou récemment colonisées par la forêt.

En troisième lieu, les observations, simples et presque sans appareils, que nous avons faites, nous permettent, à elles seules, des déductions qui doivent être prudentes, seules les analyses pouvant les confirmer, mais qui sont parfaitement fondées, sur la fertilité des terres et des sols.

(1) Drouineau d'après Bordas (J). Etat actuel de la pédologie, p. 12.

(2) Del Vilar. El Suelo, p. 233.

(3) Del Vilar. El Suelo, p. 207.

Nous avons pu voir, par un simple tamisage, dans le matériel que nous avons considéré, des systèmes à dispersion grossière, macroscopique et microscopique, des systèmes à dispersion colloïdale et même moléculaires. Ce sont ces deux derniers dans lesquels se passent les phénomènes du *complexe absorbant*. On sait que la fertilité du sol est, toutes choses égales par ailleurs, en raison directe de l'importance de celui-ci.

Une terre caillouteuse de Costière qui ne laissera passer au tamis de 1 m/m qu'une quantité infime de terre fine aura évidemment une bien moins grande fertilité qu'un limon argileux de la même région qui, après avoir été écrasé entre les doigts passe tout entier au même tamis. L'importance du complexe absorbant est réduite au minimum dans le premier cas, portée au maximum dans le deuxième. Ce sont là des considérations banales et le fait est connu de tous. Mais l'importance de cette observation, réduite à ses moyens propres et ici, grossiers, si on les compare à ceux du laboratoire, n'échappera pourtant pas puisqu'elle nous permet de situer entre ces deux extrêmes, toute une série de terres que nous pourrions ordonner, par la considération des systèmes dispersés, de la structure, de la consistance, de la texture, de la richesse en argile, et en calcaire et naturellement aussi du facteur hydrique: une terre à riche complexe absorbant, privée d'eau, serait infertile, comme une même terre entièrement noyée.

On sait tout cela, et mieux que nous ne saurions le dire, mais ce que nous voulons montrer, c'est que ces diverses propriétés, si elles doivent être précisées au laboratoire, peuvent, en gros, relever de la simple observation et que, de celle-ci, toute seule, on peut déduire, sur la fertilité comparée de diverses terres, des indications peut-être plus précises que celles de l'empirisme.

En quatrième lieu, enfin, nous sommes en possession d'un nombre de faits dont nous pouvons établir la représentation cartographique à l'échelle qui nous paraîtra convenable et en nous servant du matériel cartographique que nous aurons réuni. Nous pourrions dresser ainsi des cartes des formations éluviales, colluviales, alluviales, des profils hydriques, des sols, des terres, de leur fertilité, etc...

Il est inutile d'insister sur l'importance de ces représentations à toutes sortes de points de vue de science pure ou appliquée. Retenons seulement que si l'on veut, et c'est indispensable, continuer l'étude des sols et des terres au

laboratoire, le choix des emplacements où l'on devra faire des prélèvements deviendra parfaitement raisonné, ce qui n'a certes pas été le cas pour des milliers d'analyses.

Il y aura, dans ces résultats de l'observation des terres et des sols une lacune qu'on n'aura pas manqué de remarquer: nous n'avons pas parlé des relations entre la plante et le sol. Pourtant, la définition même du sol, son caractère climatique, certaines bases de la classification, la recherche de l'humus, le souci de la fertilité... tout nous ramène à la végétation.

« Les facteurs d'évolution des sols étant topographiques, climatiques et biologiques, aucun examen ni prélèvement du sol ne sauraient être faits sans l'observation de la végétation spontanée ». (1) C'est bien ce que nous pensons et il convient d'insister sur ce que les travaux de divers phytogéographes et en particulier, dans notre région, ceux de Braun-Blanquet, Emberger, Kuhnholz-Lordat, Talon... ont apporté pour la connaissance du sol. Mais il faut remarquer aussi ce que leurs résultats sont dûs pour une grande part à l'emploi de méthodes d'observation, analogues à celles que nous préconisons.

Pour nous, si nous n'apportons, dans les études qui suivent, qu'une contribution bien faible aux relations entre les terres et les sols et les plantes, les formations ou les associations végétales, c'est par le fait d'une formation spéciale orientée vers l'étude du monde inorganique. Mais nous convenons volontiers de la nécessité du travail en équipe et particulièrement du pédologue et du phytogéographe, tous deux observateurs sur le terrain. La réunion de leurs connaissances en une seule et même personne « représente un tour de force peu souhaitable, générateur de travaux incomplets, on peut donc suivre avec profit l'exemple donné par Braun-Blanquet et Jenny et souhaiter la généralisation de telles collaborations » (2)

En résumé, nous avons longuement insisté sur cette méthode d'étude des terres et des sols, bien qu'à la vérité elle n'ait rien d'original, mais c'est qu'elle ne nous paraît pas encore généralement acceptée, et bien moins encore pratiquée.

(1) Drouineau d'après Bordas (J). Etat actuel, p. 9.

(2) Drouineau d'après Bordas.

C'est essentiellement une méthode d'observation sur le terrain, à peu près sans appareil. C'est donc une méthode de naturaliste ou de géographe. D'une manière plus précise, on a dû se rendre compte qu'elle différerait bien peu de l'observation géologique si l'on pense à cette partie de la géologie qui n'est ni la stratigraphie, ni la tectonique, mais qui s'occupe de phénomènes de géodynamique externe ou de géomorphogénie et qui se confond ainsi avec la géographie physique.

Il y a donc là une extension de la science géologique: *une Géologie des terres et des sols* qui est à la base de la Pédologie.

Elle précède et conditionne nécessairement les travaux des biologistes, des physiciens et des chimistes. Elle ne saurait être méconnue et négligée sans qu'il en résulte un préjudice grave à la science pédologique, entendue dans son sens le plus large. (1)

(1) Voir J. Franc de Ferrières — *Géologie et Pédologie. — Contribution à l'étude des formations quaternaires de la plaine d'Alsace* — Thèse, Strasbourg 1937. L'emploi d'une méthode semblable jointe à l'utilisation des analyses et de nombreux travaux relatifs au quaternaire de l'Alsace à amené l'auteur à la plus importante des études où s'unissent la Géologie et la Pédologie

TERRES ET SOIS EN COSTIÈRE

LA COSTIERE

La définition et la délimitation d'un pays sont toujours difficiles à donner et elles sont toujours conventionnelles.

Le terme géographique Costière a son origine dans le nom d'un lieu dit situé au sud de la commune de Vauvert : *la Costière des Marais* 1624 (1) ; sous l'influence des géologues, des géographes, des agriculteurs, ce terme très étroitement localisé à un point sans étendue du territoire s'est largement étendu. C'est Emilien Dumas (2) qui, le premier, a défini la Costière comme un plateau entrecoupé par une petite chaîne de collines et terminé au sud par une falaise. Elle commencerait, pour lui, à Sernhac et à Meynes, sur les bords du Gardon, pour se terminer vers la tour d'Anglas, au N.-E. d'Aigues-Mortes.

Depuis lors, tous ceux qui ont écrit sur la Géographie ou la Géologie de cette région ont accepté cette définition, par exemple, Ardouin Dumazet (3). Elle a été encore consacrée par la carte des régions naturelles du Gard qui accompagne une étude d'ensemble de Roman, sur le Gard (4). C'est l'acception que lui donnait aussi Sion (5) « entre elles (les garrigues) et les terres humides du delta rhodanien, s'intercale la Costière » et c'est ainsi qu'il la figure. Elle est figurée de même à l'extrémité de la carte des sols des vignobles des côtes du Rhône donnée par Bordas et Mathieu (6). Ainsi définie, la Costière (7), pays de plateaux et de coteaux dont l'altitude varie entre 10 et 134 mètres, a sa plus grande largeur : 40 kilomètres en moyenne, orientée du N.-E. au S.-W et sa largeur, mesurée perpendiculairement à la longueur est d'environ 10 kilomètres. Elle est séparée de la garrigue nimoise du N.-E. au S.-W, par la vallée du

(1) Germer Durand (E). Dictionnaire topographique du département du Gard. Paris 1868, art. Costière, p. 67.

(2) Dumas (E). Statistique géologique... du dépt. du Gard, 1876 (commencée en 1845). T. II, p. 578.

(3) Ardouin Dumazet. Voyages en France, 37^e série: le Golfe du Lion, 1904, p. 49 et suiv.

(4) Roman (F). Histoire géologique. Nîmes et le Gard. Nîmes 1912 (carte pp. 16-17).

(5) Sion (J). La France méditerranéenne, p. 38 (carte p. 39).

(6) Bordas (J) et Mathieu (G). Les types de sols des vignobles des côtes du Rhône. Bull. de l'Ass. Franç. pour l'Et. du Sol, t. III, n° 4, Dbre 1937.

(7) V. aussi George (P) La région du Bas-Rhône. Etude de Géographie régionale. Paris 1935. (Exposé de divers problèmes concernant notre région).

Vistre, affluent du Vidourle. Elle est délimitée au N.-E. par la vallée du Gardon, et celle du Rhône. Enfin elle domine du N.-E. au S.-W la plaine basse et marécageuse où coule le petit Rhône, soit par une petite côte à pentes raides, soit par des pentes douces qui, partant d'une centaine de mètres environ, viennent mourir doucement jusque dans les marais.

Elle est essentiellement constituée par des alluvions caillouteuses d'un Rhône ancien, pliocène ou quaternaire, allant se jeter beaucoup plus à l'ouest et par un substratum, d'origine marine, qui apparaît sur les bords de la région, à l'ouest et dans quelques entailles érosives.

La limite entre les terrains de cet ensemble et les terres alluviales et palustres est la limite de la Costière au sens actuel de ce terme.

Ce pays a une population dont la densité est de 40 à 80 habitants au kilomètre carré, plus que dans beaucoup d'autres parties du Gard, moins que dans la vallée du Rhône.

Dans cette dernière région, la partie de la population dispersée par rapport à l'ensemble est beaucoup plus grande qu'en Costière. Elle est de 40 à 80 dans le premier cas, de 0 à 20 dans le second. Ici, la population est concentrée dans une quinzaine de gros villages dont quelques-uns se trouvent à la périphérie de la région et dans quelques grands « mas » que séparent de vastes espaces déserts et parfois incultes.

Le climat est un climat méditerranéen à sécheresse estivale accusée, avec un petit nombre de jours en pluie en automne et en hiver et des hauteurs d'eau qui vont très vite en décroissant du Nord vers le Sud (710 mm. à Nîmes, 526 au Grau-du-Roi, sur le bord de la mer, 665 à Générac en pleine Costière).

Ce climat et la pauvreté générale des terres ont voué la Costière à la culture prédominante de la vigne et à la production de vins de qualité.

C'est précisément en vue de la délimitation de la Costière comme région de production de vins de qualité que nous l'avons minutieusement explorée en 1941-42-43 avec la précieuse collaboration de MM. Cabanne, Directeur honoraire des Services Agricoles du Gard et Castel, Directeur de la Station Œnologique de Nîmes et du Gard. Mais nous ne faisons que continuer des observations qui datent, au moins de vingt ans (1) et en même temps que nous pour-

(1) Courrière (J) et Marcelin (P). Sur la présence du loess en Costière. Bull. Soc. Et. Sciences Nat. Nîmes 1928-1929, p. 14.

suivions ce but pratique, nous ne perdions pas de vue notre but principal: réunir des matériaux pour l'étude de terres et des sols du Gard.

Dans une période difficile, alors que nous avons été écarté du Musée, nous avons été aidé à la fois, dans nos recherches par le Centre National de la Recherche Scientifique, par les laboratoires de Géologie et de Botanique de la Faculté des Sciences de Montpellier, dirigés par MM. Casteras, Denizot et Emberger, par le laboratoire de Botanique de l'Ecole d'Agriculture de Montpellier, dirigé par M. Kuhnolt-Lordat, par la Station Œnologique de Nîmes et du Gard, dirigée par M. Castel, et aussi par le Syndicat des viticulteurs de Costière, présidé successivement par MM. Alcay et Ph. Lamour, et qui a bien voulu assurer la publication de cette étude. Nous tenons à remercier les uns et les autres de cette aide efficace et continue.

D'autre part, la Commission du Plan du Bas-Rhône, instituée dans le courant de l'année 1946 pour la revalorisation agricole de notre région et présidée par M. Ph. Lamour, nous ayant demandé, en même temps qu'une évaluation des ressources en eau de la Costière et de la Vistrenque, une étude sur les terres de cette dernière région, nous sommes heureux de pouvoir, dès maintenant, lui présenter ces quelques observations. Elles seront complétées et précisées par toute une série d'études physiques et chimiques entreprises par notre ami M. Bordas, Directeur de la Station de Recherches Agronomiques d'Avignon, Directeur de la Section Midi Sud-Est de l'Association Française pour l'étude du Sol, avec qui nous collaborons étroitement depuis de longues années.

Nos observations ont porté, en premier lieu, sur la commune de Bellegarde, située au sud de la Costière, c'est pourquoi il nous arrivera de donner d'abord les résultats obtenus dans cette commune pour les étendre ensuite, le cas échéant, au reste de cette région naturelle.

Elles ont été conduites par la méthode que nous avons indiquée, mais il ne nous a été malheureusement pas possible de donner tout le détail des observations, non plus que toutes les cartes ou coupes qui seraient nécessaires.

II

LES ROCHES EN COSTIERE

La Géologie de la Costière a été l'objet de nombreux travaux de divers auteurs, depuis Emilien Dumas, tels que

Carrière, Collot, Roman (1)... Nous ne mentionnerons pas tous leurs travaux, ce qui nécessiterait une longue bibliographie. Nous renverrons seulement à celle qui a été établie par P. George (2). Les études les plus récentes dont nous acceptons les conclusions et qui, selon nous, donnent l'idée la plus exacte de la constitution de la Costière, sont celles de Denizot (3).

Les dépôts marins du Pliocène, marneux ou sableux, Plaisancien et Astien, sont très semblables à tous ceux que l'on observe en Languedoc et dans la vallée du Rhône et ne posent pas de problèmes particuliers. Par contre, les alluvions caillouteuses qui dominent dans cette région ont posé des problèmes très discutés en ce qui concerne leur âge et les terrasses qu'elles forment et qu'on a cru pouvoir comparer à celles des régions classiques.

Pour plusieurs auteurs, on observe là de véritables terrasses produites à la fin d'un cycle d'érosion par un remblaiement sur les masses alluvionnaires à des altitudes principales de 90 et 60 mètres et que l'on retrouve dans divers pays et ces arrêts représenteraient deux phases du quaternaire, l'accumulation s'étant surtout accomplie pendant le Pliocène final. Mais Denizot a montré que ces dépôts avaient subi des déformations très récentes et que les surfaces planes qu'on y observe ne sont pas toutes de véritables terrasses.

Nous aurons à revenir sur plusieurs des problèmes que pose la Géologie de la Costière, mais en les envisageant seulement du point de vue que nous avons défini dans les pages précédentes: étude de la composition et des modifications de la partie superficielle des différents dépôts.

A ce point de vue la constitution du sous-sol en Costière nous paraît éclairée par trois coupes que nous avons relevées, à Vauvert, au lieu dit les Poulets, situé au-dessus et au Sud du village sur le chemin n° 10, à Générac, le long de la route de Saint-Gilles, aux environs du Mas d'Aigues-Vives et dans la carrière de marnes bleues, située entre Saint-Gilles et Bellegarde, aux environs du Mas Briquet.

(1) Voir les cartes géologiques au 80.000^{me} du Ministère des Travaux Publics: feuilles d'Avignon (222), du Vigan (221), d'Arles (234), de Montpellier (233).

(2) George (P.). La région du Bas-Rhône.

(3) Denizot (G.). Pliocène et quaternaire du Bas-Rhône — comptes rendus coll. Carte géol. France 1939.
La Costière nimoise. Bull. Soc. Et. Soc. Nat. Nîmes 1936-1946 (à l'impression).

La première avait été très sommairement marquée par Emilien Dumas. Les deux autres n'avaient pas encore été décrites. Dans la carrière du Mas Briquet, grâce aux indications de M. Tallon, Directeur de la Réserve Zoologique et Botanique de Camargue, nous avons pu trouver une faune qui a été étudiée par Denizot. (1)

De tout ce que l'on savait déjà sur la constitution de la Costière et de nos observations à Bellegarde, à Vauvert et à Générac, il résulte la succession suivante des diverses formations géologiques en Costière.

1° *Marnes bleues Pliocènes (Plaisancien) à Nassa semistriata.*

On les trouve au pied de la Costière, sur le versant qui regarde le Rhône, comme sur celui qui regarde la Camargue. On les retrouve aussi sur le versant qui regarde le Vistre, mais elles sont souvent masquées par les éboulis ou apparaissent seulement dans les tuileries qui les ont recherchées systématiquement.

En somme, elles se montrent partout comme un socle de la Costière. Dans la partie occidentale de cette région, une surélévation relative a permis à l'érosion de les entailler et elles sont largement étalées aux environs de Générac, Beauvoisin, Vauvert, dans la zone découpée des ravins qui descendent vers les marais.

Leur épaisseur est considérable dans toute la vallée du Rhône et il est probable qu'il en est de même en Costière.

2° Dans la carrière du Mas Briquet, on voit, sur les marnes bleues, 1 m. environ de *calcaires cargneulisés* qui font la transition entre les marnes bleues et les sables jaunes.

3° *Les sables jaunes pliocènes (Astien) à Ostréa cucullata* accompagnent partout les marnes bleues. Il semble bien que les sables sont supérieurs aux marnes dans la Costière, dans d'autres régions, il s'agit d'un passage latéral, il s'agirait alors de deux *faciès*. Même dans la Costière, les marnes sont parfois très sableuses quoiqu'il en soit, on retrouve les sables au-dessus du socle marneux surtout le pourtour de la Costière. Nous les avons vus dans la commune de Bellegarde où la carte ne les indique pas, ils sont seulement réduit à une très faible épaisseur.

Celle-ci est très variable partout. Les érosions du Rhône et l'action du ruissellement, des agents atmosphériques ont enlevé très irrégulièrement la couverture de sable jaune.

(1) Denizot (G). La Costière Nimoise, Loc. Cit.

Elle est encore bien développée aux environs de Générac et surtout de Vauvert où elle donne un paysage tout à fait particulier. Son épaisseur peut être d'une dizaine de mètres environ là où la couche est conservée.

4° Sur divers points de la Costière, notamment aux Poulets, les sables jaunes se terminent par une couche plus argileuse, *marne jaune à calcaire farineux*, renfermant des accumulations plus ou moins noduleuses de calcaire farineux d'un blanc éclatant, des croûtes et des poupées calcaires.

Cette partie supérieure des sables peut représenter les marnes à *Potamides Basteroti* que l'on voit aux environs de Montpellier. Elle se présente de la même façon aux environs immédiats de Nîmes (Stade municipal) et dans les ravins de Saint-Laurent-des-Arbres, dans la vallée du Rhône. Son épaisseur, difficile à évaluer, ne dépasse guère 1 mètre.

5° La coupe des Poulets montre, au-dessus d'elle, une couche, moins épaisse encore de *marnes grises* que nous n'avons pas retrouvée ailleurs. Peut-être peut-on la rapprocher des marnes d'eau douce de Celleneuve qui, à Montpellier, reposent sur les marnes à *Potamides Basteroti*, le tout terminant le Pliocène Astien.

6° La coupe des Poulets qui, bien qu'incomplète est une des plus intéressantes de la Costière, présente au-dessus de ces couches terminales de l'Astien quelques blocs d'un *conglomérat gris compact à éléments calcaires et siliceux*. On le retrouve beaucoup mieux développé et coiffant le sommet des collines entre Générac et Beauvoisin, le long de la route de Générac à Saint-Gilles. Il avait déjà été indiqué en Costière par Emilien Dumas (1), mais cet excellent observateur avait complètement méconnu la position de cette assise, qu'il croyait inférieure aux sables jaunes, alors qu'elle leur est nettement supérieure. Il la signalait d'autre part le long de la côte entre Bellegarde et Saint-Gilles où elle n'existe pas.

Il convient de remarquer que ce conglomérat n'existe que dans la partie occidentale surélevée de la Costière et qu'il n'a aucune ressemblance avec le cailloutis à éléments siliceux cimenté par du calcaire dont nous aurons à parler plus loin.

(1) Dumas (E). Statistique, t. I, p.

Ce conglomérat peut représenter le passage du Pliocène au Quaternaire et nous ne lui donnons qu'une dizaine de mètres d'épaisseur.

7° Aux Poulets, ce conglomérat compact est noyé dans une masse de cailloutis rouges. Mais on doit placer là, à notre avis, la masse caillouteuse épaisse d'au moins une vingtaine de mètres qui se retrouve à la périphérie de la Costière et que l'on peut observer notamment dans les carrières de Saint-Gilles et de Bellegarde (route de Nîmes). C'est le *cailloutis gris clair à éléments siliceux et calcaires* dont le conglomérat précédent ne serait qu'un faciès.

Il est composé de cailloux de quartz, de quartzite, de calcaire, de roches éruptives partiellement décomposées, avec des lits de sables, souvent calcaires. Le tout est de couleur gris clair et coupé par des traînées irrégulières de calcaire farineux. A Saint-Gilles, le passage au sable jaune est visible, ce qui laisse supposer que le conglomérat précédent ne se retrouve pas partout, non plus d'ailleurs que les couches marneuses terminales. On observe parfois la superposition, mais souvent il y a passage latéral.

8° Au-dessus de ce conglomérat à éléments calcaires, vient, aux Poulets, un *cailloutis à éléments siliceux emballé dans de l'argile rouge*. Les éléments calcaires y sont très rares. Les diverses roches siliceuses ou silicatées sont roulées fortement, mais les cailloux sont fendillés, cassés ou altérés et fortement colorés en rouge. Une roche granitoïde montre seulement une trame de quartz d'où ont disparu le feldspath et le mica remplacé par de l'argile rouge. Il est visible qu'il s'agit d'un dépôt colluvial qui provient d'anciennes terrasses remaniées, mais il ne constitue pas, par lui-même, le matériel d'une terrasse.

C'est ce cailloutis qui donne sa physionomie à une grande partie de la Costière et qui en paraît la formation la plus caractéristique. Il est difficile de lui donner un âge, on peut penser qu'il s'agit d'un quaternaire ancien. Son épaisseur est extrêmement variable en Costière, il est quelquefois réduit à moins de 1 mètre, comme dans la partie haute du ravin de Roc des Camps, à Beauvoisin, ou comme le long de la falaise entre Saint-Gilles et Bellegarde où il est particulièrement visible dans le paysage. Nous ne pensons pas qu'il dépasse une dizaine de mètres.

9° Enfin, toujours aux Poulets, le cailloutis rouge est surmonté par un *cailloutis à éléments blonds*, parce que la terre rouge est disparue et que les agents atmosphériques ont fait perdre leur patine aux cailloux. Ceux-ci sont

libres au bas des pentes ou emballés sur les surfaces planes dans une terre grise fine dont nous aurons à reparler. Il est encore plus difficile d'assigner un âge et une épaisseur à cette formation résiduelle.

La superposition des cailloutis blonds sur le cailloutis rouge s'observe partout sur les pentes. Les terres du haut du coteau sont claires alors que celles qui sont à mi-hauteur sont rouges. La couche de cailloux blonds, emballés dans la terre grise se retrouve partout, épaisse de 0 m. 70 à 0 m. 40 au-dessus de la couche rouge. Le profil est généralement dépourvu de calcaire.

Il y a donc, en Costière, les cailloutis suivant d'origine alluviale ou colluviale :

- 1°) cailloutis gris foncé, à éléments siliceux et calcaires, cimentés et compacts, en lambeaux sur les points hauts;
- 2°) cailloutis gris clair, à éléments siliceux et calcaires, agglomérés et non cimentés, en bordure de la Costière;
- 3°) cailloutis rouges libres, sans éléments calcaires, sur une grande partie de la Costière;
- 4°) cailloutis blonds, libres, parfois emballés dans des terres grises, sans éléments calcaires, sur une grande partie de la Costière.

1 et 2 peuvent être du même âge qui est la transition entre le Pliocène et le Quaternaire, 4 est une formation actuelle, 3 est difficile à dater. Il peut arriver que les cailloutis 2, 3 ou 4 soient cimentés par du calcaire, mais toujours d'une manière lâche par un calcaire de néo-formation qui les distingue très nettement de 1. Nous le verrons plus loin.

Ces formations déjà plus compliquées qu'on ne pourrait le croire au premier abord, sont revêtues irrégulièrement d'un manteau de limon généralement calcaire et selon nous d'origine éolienne. Ce sont de véritables loess dont l'importance est aussi considérable que celle du conglomérat précèdent et sur lequel nous aurons à revenir.

Ces loess présentent parfois un lehm à leur partie supérieure.

Enfin, il se forme aussi en Costière, sur divers points, des terres de marais que nous aurons également à étudier.

Tels sont les matériaux rocheux avec lesquels sont faits les terres et les sols de Costière.

Avant d'étudier les formes du terrain avec lesquels ils sont en relation étroite, il faut dire un mot de la manière dont les couches géologiques ont été déformés postérieurement à leur dépôt.

Denizot a établi que ces couches quoique récentes ont été sensiblement déformées. Nous l'avions vu, avec lui, sur le bord nord de la région, près de Lédénon, sur le chemin qui va de la route de Nîmes à Avignon, à la station de chemin de fer. Les couches supérieures de sables jaunes, mêlées de cailloux plongent là vers le nord.

Par contre, en suivant la route Générac à Saint-Gilles, au sud de Puech Cocon, on voit dans la succession des marnes, des sables, du conglomérat à élément calcaire, les deux premières assises s'incliner vers le sud. Le conglomérat ne se montrant qu'en lambeaux sur le sommet des collines, on ne peut pas affirmer d'après cette coupe qu'il participe à ce mouvement. Cependant cette même position élevée nous porte à croire qu'il en est bien ainsi.

Il y a incontestablement une surélévation suivant le grand axe de la Costière. Elle a été arasée dans la partie orientale, mais elle est encore très nette dans la partie occidentale où elle est génératrice de formes du terrain très jeunes.

D'autre part, Denizot a mis en évidence, en particulier par l'existence de la faille qui va du sud de Vauvert jusqu'au sud-est du Cailar, dans la direction de la Tour d'Anglas, l'importance des affaissements dans cette région. Le fait est démontré par la présence de l'épaisseur des cailloutis gris à éléments siliceux et calcaires à la périphérie de la Costière (18 m. d'épaisseur aux Bouillens). La présence de ces cailloutis au sud de la route de Bellegarde à Beaucaire, près du Mas Finot, vers 10 m. au pied de la surface plane de Jonquières qui atteint là près de 70 m. nous paraît s'expliquer de la même façon.

On peut donc considérer la Costière comme une région surélevée, entourée d'affaissements à sa périphérie. Ces affaissements se faisant même sentir dans la partie centrale comme nous le verrons.

III

FORMES DU TERRAIN EN COSTIERE

Dans la commune de Bellegarde que nous prenons d'abord comme exemple, les terrains dont nous venons de parler se présentent à nous sous diverses formes topographiques :

une *côte*, des *terrasses*, des *ravins*, une *vallée normale bien drainée*, des dépressions mal ou non drainées.

La *côte* qui s'étend sur une dizaine de kilomètres depuis le signal de Loubes, au sud-ouest, jusqu'aux environs du Mas de Valescure, au nord-est, en outre, nous l'avons dit, le substratum, Pliocène inférieur et moyen, sous la couverture de cailloutis du Pliocène supérieur. Elle constitue la limite entre la Costière et les plaines basses et marécageuses du Rhône.

Elle a pu constituer la berge d'un ancien Rhône et résulter du jeu normal de l'érosion fluviale: déplacement du lit et modelé des versants.

Elle peut résulter aussi plus vraisemblablement d'un affaissement de cette plaine alluviale, Camargue comprise, sous le poids des sédiments accumulés et par un procédé que nous allons rencontrer à propos des dépressions fermées. Cet affaissement, ou cette série d'affaissements, se seraient produits suivants une ligne de moindre résistance, de même direction que celle du bord sud de la garrigue nimoise: S. 60 W - N. 60 E. Son allure varie assez sensiblement du sud au nord. Au sud, sont des formes abruptes, dont le pittoresque étonne dans ce pays où, en général, aucun détail immédiat n'attire l'œil et où tout le paysage est à l'horizon. Sous le signal de Loubes, sous le Mas de Gonet, les chemins étroits et encaissés, qui suivent des ravins, descendent vers la plaine, avec une pente considérable, dans la première partie de leur profil, la *côte* apparaît comme une falaise. Peu à peu, cet aspect s'atténue et la pente de la bordure devient très douce; c'est un versant convexe dont la forme rappelle les reliefs mous, caractéristiques de la Costière, reliefs dont on peut penser qu'ils ont été corrigés par les labours séculaires.

En réalité, ce changement d'allure de la *côte* vient de ce qu'elle sert de limite entre la plaine et deux parties bien différentes de la Costière. Celle des environs de Générac, Beauvoisin, Saint-Gilles, où l'érosion s'est exercée sans être arrivée à son terme, sur les sables et les marnes et celle de tout le reste de la Costière, pays de surfaces planes et de formes douces.

Après Bellegarde, il arrive que la reculée d'un ravin, comme au Mas de Valescure, rappelle les formes escarpées du sud-ouest, mais la *côte* continue à s'effacer jusqu'aux environs de Beaucaire.

Dans la première partie de la côte, la raideur des versants, la stérilité du sol, peut-être aussi des raisons historiques et rurales, ont permis aux bois de chênes de résister aux entreprises de l'homme, ou de regagner le terrain perdu. Le bois de Broussan descend ainsi jusqu'à la route du Pont-de-Lunel à Beaucaire, tandis qu'il se rétrécit, peu à peu, vers l'est, et finit en pointe au-dessus du Mas de Bion et vers la tour de Bellegarde, comme au-dessus du Mas Saint-Jean, il n'y a plus alors qu'une mince lisière boisée entre la côte et la terrasse caillouteuse. Pour le voyageur qui vient d'Arles, les environs de Bellegarde offrent donc l'aspect que l'on peut attendre de la Costière si l'on s'en tient à son nom. Pour celui qui vient de Nîmes, ils offrent, au contraire, l'aspect le plus fréquent en Costière: celui de surfaces planes.

La Côte n'est qu'une ligne en travers de la commune de Bellegarde. Sitôt cette ligne dépassée, on aborde un paysage différent: celui des *terrasses*, si l'on franchit la côte en un point quelconque, celui du *ruisseau*, si comme tant d'hommes depuis des millénaires, on suit la grande route d'Arles à Nîmes. Le paysage des terrasses, de surfaces planes, caractéristique principale mais non unique des aspects de la Costière se montre, dans sa perfection dans la section cadastrale dont le nom est bien significatif: celle du Grand Plagniol, entre la côte et la route de Bellegarde à Redessan, vers l'altitude 69 mètres. Cette horizontalité, presque absolue, se poursuit jusqu'à la station de Jonquières-Saint-Vincent, sur la ligne de chemin de fer de Nîmes à Beaucaire, qui se maintient à des altitudes comprises entre 61 et 65 depuis la côte, au-dessus du Mas des Mourgues, dans la commune de Beaucaire, jusqu'aux environs immédiats de Redessan.

On retrouve cet aspect dans la section voisine, celle de Coste rouge, située à l'ouest de la précédente, mais celle-ci est moins rigoureusement plane, elle s'élève jusqu'à 71 m., près de la Station de la Marine et descend en pente douce vers la route de Bellegarde à Nîmes qui suit le ruisseau de Bellegarde. On le retrouve aussi, au nord et au sud du Mas du Balandran dont nous aurons souvent à parler.

Au nord, ce sont en réalité des fragments de la pente très douce qui conduit jusqu'à la surface plane de 90 m. des environs de Garons. Au sud, le chemin qui va de Gonnet à la Tour de Bellegarde, en traversant le bois de Broussan et en suivant le haut de la côte, paraît suivre une surface plane. En fait, il passe d'une altitude voisine de 85, à celle

de 57 à la Tour sur une distance d'environ 5 km., c'est-à-dire avec une pente de 0 m. 005 par mètre. Il n'y a vraiment que le Grand Plagniol qui puisse être assimilé à une terrasse alluviale. Mais, en fait, dès la côte franchie, si l'on fait exception pour le ruisseau de Bellegarde, on peut dire que tout est pratiquement plat dans la commune de Bellegarde, car la dépression du Balandran a, elle aussi, des versants dont la pente n'a guère plus du double de celle du chemin de Gonnet à la Tour.

Ce paysage de terrasses est donc ici caractéristique. Mais cette allure topographique de la plus grande partie de la commune a pour nous une importance plus grande que celle qu'elle peut présenter pour ou contre la théorie des terrasses. Cette absence de pentes s'oppose à des effets intenses de l'érosion, aux transports alluviaux massifs de matériaux enlevés par l'érosion, au remaniement important des terres et des sols. Dans des roches perméables comme le sont les cailloutis rhodaniens, des modifications pourront se produire dans la masse du terrain sans être entravées sans cesse par un agent perturbateur tel que l'érosion. Ce qui ne veut nullement dire que l'érosion et les transports n'ont pas joués mais seulement que leurs effets ont été et sont réduits dans le temps et dans l'espace et qu'actuellement, des parties importantes du pays leur échappent.

Il va de soi aussi que cette horizontalité pratique permet et facilite la culture sur tous les points de la région.

Horizontalité et perméabilité devaient s'opposer par contre à l'existence d'un drainage ramifié. On voit bien, en effet, que les *ravins* à pente raide, qui descendent de la côte, n'ont pas mordu sur ces surfaces. A Valescure, une sorte de « *reculée* » n'entame pas le Grand Plagniol sur plus de 500 m. Pourtant le *ruisseau de Bellegarde* pénètre presque jusqu'aux limites de la commune sur près de 5 kms.

Il y a là un accident remarquable qui n'a guère d'analogue, nous semble-t-il, en Costière. Cette percée a joué un grand rôle dans l'histoire de la région, en proposant une voie d'accès naturelle à travers la côte, pour aller de la Camargue vers Nîmes.

Certes, cette côte n'était nulle part difficile à franchir, mais les hommes ont cédé à cette proposition et ont suivi cette voie.

La bordure du Pliocène inférieur qui constitue la côte devrait, s'il n'y avait aucun dérangement ni inclinaison des couches, pénétrer dans l'intérieur de la Costière et se retrou-

ver sur les deux côtés du thalweg jusqu'au sommet de la reculée, en diminuant peu à peu de largeur et en se terminant en biseau sur chaque rive. Or, il n'en est rien, les marnes pliocènes s'arrêtent brusquement à 2 km. de la côte, c'est-à-dire à la moitié environ de la longueur du thalweg et ne se terminent nullement en biseau, anomalie qui apparaît d'une manière évidente sur la carte géologique. D'autre part, elles n'apparaissent sur la rive gauche du ruisseau que beaucoup plus bas que sur la rive droite.

Il semble que cet accident puisse s'expliquer par un affaissement qui a pu se produire suivant une faille du genre de celle de Vauvert. (1)

S'il n'y a pas faille au sens propre du mot, nous sommes en tous cas en présence d'un de ces affaissements qui paraissent être la règle dans la région, soit à sa périphérie (Vistrenque et plaine du petit Rhône) comme nous l'avons déjà vu, soit à l'intérieur comme nous le verrons.

Cet affaissement ayant déterminé une dépression sans écoulement semblable à celle que nous étudierons plus loin, a été captée par une reculée, telle que celle de Valescure, à mesure que la côte était entamée par l'érosion. La capture aérienne a pu d'ailleurs être accompagnée par une capture souterraine.

Le ruisseau de Bellegarde a dû se creuser à la fois par la surface et par le fond et son origine est semblable à celle d'un polje sinon ses formes.

L'alimentation était abondante à cause de la position inférieure à celle de la surface de 90 m. et les couches inférieures argileuses arrivant tout de même à empêcher l'eau de descendre en profondeur, il s'est ouvert une issue vers la côte, grâce à l'altitude basse des marais, 4 à 5 m. agissant comme niveau de base. Le fond de la dépression étant à 50 m. environ et la distance jusqu'au niveau de base n'étant que de 3 kilomètres environ, la force érosive de l'eau était suffisante pour creuser dans ces roches tendres, une vallée largement ouverte, telle que celle du ruisseau de Bellegarde où les formes primitives du polje sont effacées, pour si peu qu'elles aient été dessinées.

Comme elle a atteint, dans son creusement, un niveau d'eau important qui donne les sources échelonnées le long du ruisseau, en particulier au Mas des Sources, la pérennité du cours était assurée.

(1) Denizot, loc. cit. 1939.

Dans cette évolution, le ruisseau a failli capter — et peut-être même cette capture existe-t-elle souterrainement — la dépression fermée du Balandran, perpendiculaire au cours du ruisseau du droit du Mas des Sources, dirigée sensiblement N.-E.-S.-W., comme la côte, comme l'axe des dépressions de Manduel, Redessan, comme le cours du Vistre et comme le bord sud de la garrigue nimoise et qui se range donc parmi les traits morphologiques les plus nets de la Costière.

Pour le ruisseau de Bellegarde, rien ne rappelle plus son origine et il présente tous les traits d'une vallée normale, bien approvisionnée en eau.

Son profil en travers est dissymétrique. La rive droite est à versants raides, recouverts seulement, sur les marnes plaisanciennes, par des cailloux descendus de la terrasse. La rive gauche est beaucoup plus large, beaucoup plus douce et recouverte de placages de loess plus ou moins remaniés et d'éboulis des coteaux, découpés en rideaux par la culture.

Le profil en long est particulièrement intéressant. Mais il faut l'étudier, non dans la partie de son cours qui va de la Station des Sources la Marine au Mas des Sources, à peine esquissée et sans doute assez jeune, mais dans les parties plus anciennes qui sont :

1 — la partie comprise entre la source située sous le Mas, dit Haut de Broussan et le Château Laval;

2 — l'affluent dirigé N.-S. et allant de Coste Rouge au ruisseau, en passant par Sauzette;

3 — les affluents de même origine et de même direction, compris entre les routes de Bellegarde à Manduel et de Bellegarde à Jonquières, celui de l'est étant peu développé.

Ces trois parties du ruisseau montrent deux tronçons : un tronçon supérieur, très réduit, à fond plat, à versants très évasés, à drainage imparfait, à remplissage argileux, très chargé de matières organiques, constituant une terrasse de 1 à 2 mètres dans laquelle s'emboîte le deuxième tronçon. C'est surtout dans le ruisseau de Sauzette que le fait est particulièrement frappant. Le ruisseau prend sa naissance sur la partie plate de Coste rouge, entre le Mas de Carlot, de la Marine et de Saint-Louis, puis il continue sur 1 km. 500 par une vallée tourbeuse, où le sol est élastique sous les pas, et où les versants ne constituent qu'un relief insignifiant. Au droit du Mas de Sauzette, la dépression est

entaillée par un petit à-pic de 1 m. 50 environ, donnant naissance à une venue d'eau. Le deuxième tronçon commence en ce point et se continue jusqu'à la rencontre du ruisseau principal entaillé de plus en plus profondément jusqu'à 2 m. environ par cette petite vallée emboîtée. Elle est d'ailleurs obstruée avant son débouché par la voie ferrée, par les cultures, et son fond est encombré par la végétation habituelle des terres humides.

Cette morphologie des ruisseaux des Sources et de Sauzette nous a permis d'observer trois faits intéressants :

- 1 — l'existence de deux cycles d'érosion;
- 2 — la présence de réserves d'eau dans le remplissage du cycle ancien;
- 3 — la présence dans une vallée normale de tronçons mal drainés.

Ces tronçons mal drainés nous amènent à considérer à nouveau la question des *dépressions* où n'existe plus aucun drainage naturel, la question des dépressions fermées que l'on ne s'attendrait guère au premier abord à trouver sur ces terrasses planes et ces terrains perméables.

Elles ont déjà été citées en Costière par Baulig (1) Denizot (2) et George (3).

Nous venons de parler d'une dépression semblable au Balandran. Nous en verrons d'autres encore. Il nous semble qu'il en est de même pour la dépression de Manduel-Redessan.

Elles sont dues, suivant les auteurs, soit à un affaissement du substratum inférieur du Pliocène, substratum calcaire et karstique qui établit la liaison de la garrigue nimoise néocomienne avec les pointements de même âge de Jonquières et Comps sur les bords du Rhône, soit à un affaissement du substratum immédiat pliocène inférieur ou moyen.

A l'appui de cette deuxième explication, les fosses de Fournés, près de Remoulins, dans la vallée du Rhône où le substratum apparaît sur une vaste surface, avec une forte épaisseur, le montre, parcouru de véritables cavités souterraines, avens et grottes; *un véritable Karst dans les*

(1) Baulig (H). Le plateau central de la France et sa bordure méditerranéenne. Thèse, Paris 1928, p. 507.

(2) Denizot, loc. cit.

(3) Georges (P), loc. cit.

marnes. Ce taraudage ne peut manquer d'amener des affaissements. Dans ce cas, le matériel enlevé est déblayé par l'érosion de surface. On peut se demander ce qu'il advient du matériel enlevé en profondeur par l'action de l'eau. Nous pensons qu'il peut disparaître précisément dans les cavités karstiques du calcaire sous-jacent sans qu'il y ait un nécessaire affaissement de celui-ci. Quant aux vides de ces cavités, ils existent par le fait que les formes karstiques anciennes ne sont que rarement remplies en totalité. On sait qu'elles sont souvent obstruées par des bouchons argileux susceptibles de glissement, particulièrement quand ils sont surchargés. Cette sorte d'aspiration par le bas est, à notre avis, la cause des tassements dans le Pliocène. Même si elles sont liées à des phénomènes karstiques s'exerçant en profondeur, on ne peut guère comparer morphologiquement ces dépressions à des dolines ou à des poljes. Il n'en saurait être autrement dans ces cailloutis qui ne conservent aucune de ces formes de détail, si caractéristiques du karst.

Le raccord entre le plateau et le fond se fait toujours par des versants convexes à faible rayon de courbure, tandis que les dolines et les poljes ont souvent des versants rapides, concaves ou verticaux. Enfin, les différences de niveau entre le fond et le plateau sont parfois insignifiantes, à un point tel que l'on hésite souvent à reconnaître à première vue l'existence d'une telle dépression.

Il en est ainsi pour la dépression de Campuget, située à 2 km. au nord de la limite de la commune de Bellegarde. L'observateur le plus averti se refuserait à l'accepter sur la seule vue du paysage. Elle est séparée de la dépression de Manduel qui s'écoule par le Buffalon, par une hauteur dont l'altitude est de 59 m. et se vide dans la commune de Bellegarde vers l'altitude 56 ou 57. On voit que la différence entre le fond et le sommet est infime. Cependant le manque de drainage naturel est incontestable, la dépression s'ennoye tous les ans à la saison pluvieuse et les propriétaires de la grande exploitation de Campuget se sont imposés de lourds sacrifices pour la faire écouler par une roubine de plus de 3 km. de long qui va rejoindre le ruisseau de Sauzette, dans sa partie haute, elle-même mal drainée, ce qui, en tout temps, n'a pas manqué de créer mille difficultés. Et, enfin, l'existence d'une dépression fermée, indépendante de toute activité humaine est attestée par la présence des terres de marais, de terres palustres, grises, argileuses, riches en matières organiques, analogues à celles

que l'on trouve dans le ruisseau de Sauzette, ou dans celui des Sources.

La dépression du Balandran, située dans la commune de Bellegarde et dont nous avons déjà parlé, est presque aussi effacée que celle de Campuget. Elle peut avoir 2 km. de longueur suivant son axe sud-ouest, nord-ouest, et de quatre à cinq cents mètres dans la direction perpendiculaire. Le mas du Balandran en est à peu près le centre, elle est dominée au nord par la surface plane de Garons, par le bois de Broussan et le sommet de la côte au sud. Les pentes les plus raides au-dessus d'elle sont celles du moulin de Baguet à 117 m. que l'on peut raccorder avec le signal de Loubes à 97 m. et la surface de Garons. Mais, sauf en ce point, situé à l'extrémité occidentale de la dépression, celle-ci est à peine visible.

Il n'y a aucun écoulement naturel des eaux dans la plaine surbaissée du Balandran. A l'est, le ruisseau des Sources remonte pendant trois à quatre cents mètres dans l'axe de la dépression, mais la tête du ravin s'atténue insensiblement et se perd dans ces formes d'un ancien cycle dont nous avons parlé. A l'extrémité occidentale, près de Saint-Bénézet, trois petits ravins de formes jeunes, à forte pente, descendent l'un de la surface de Garons, les deux autres de la colline de Baguet. Ils ébauchent un drainage qui avorte très rapidement, le ravin le plus long, celui qui vient de Garons, n'a pas un kilomètre de long.

Un drainage existe bien en réalité, mais il est artificiel. Un fossé a été creusé depuis les ravins dont nous venons de parler jusqu'au ruisseau des Sources qu'il rejoint dans sa partie haute et ancienne, sous la ferme du haut de Broussan. Il suit l'axe de la dépression du sud-ouest au nord-est en passant entre les mas du Balandran et de Sautebrau. Il reçoit des pentes nord plusieurs autres fossés dont les directions lui sont, alternativement parallèles et perpendiculaires, un fossé semblable sert de limite à la commune entre le Balandran et Montval.

Tous ces fossés montrent bien qu'il y a une dépression fermée exposée à être inondée et, en fait, les surfaces qui s'écoulent vers elles sont considérables. Cependant, contrairement à ce qui se passe à Campuget, on ne constate pas qu'elle s'ennoye; d'autre part, l'absence totale de terres de marais montre qu'elle ne l'a jamais été, même avant les creusements des fossés qui ne peuvent pas être bien anciens. C'est que si la dépression du Balandran n'a pas d'écoule-

ment naturel visible, les eaux s'écoulent assurément sous le cailloutis, vers le ruisseau des Sources. Un abaissement du niveau de base qui raviverait l'énergie érosive de ce ruisseau lui permettrait de creuser son ancien cycle et de donner à la dépression du Balandran un des traits principaux de la morphologie de Bellegarde un complet écoulement aérien, suivant axe S.-N.-N.-E.

On peut, d'après ce que nous venons de dire, se faire une idée du régime des eaux dans la commune de Bellegarde.

En thèse générale, la superposition des cailloutis et des sables perméables sur les marnes du Pliocène inférieur donne lieu à une nappe aquifère ou plutôt à des courants d'eau qui suivent les ondulations des marnes. Sur la côte et dans les ravins qui l'entaillent et surtout le long du ruisseau des Sources, quand ces courants sont mis à jour, il se produit d'abondantes sources qui servent à l'alimentation de plusieurs mas (Mas de Bions, Valescure, Saint-Jean, Broussan).

Chacun de ces points d'eau est le lieu d'une abondante et vivace végétation, comme on peut le voir, dans les beaux parcs du Mas des Sources et du Mas Laval. Ici, l'eau est à même le sol. Mais il s'agit de quelques points seulement, en somme très localisés dans la commune. Partout ailleurs, une masse de plusieurs mètres de cailloutis sépare la surface du premier niveau imperméable, susceptible d'arrêter ou de conduire l'eau, l'aridité du sol serait donc complète si elle ne dépendait que de ce facteur.

Par contre, les bords du ruisseau des Sources, le ravin de Sauzette, et les deux ravins qui se trouvent entre les routes de Bellegarde à Manduel et à Jonquières, ont des niveaux d'eau très rapprochés de la surface, et les profils hydriques de leurs terres sont saturés presque jusqu'au sommet; dans la partie récente l'eau est presque à fleur de sol, sauf dans les années et les mois les plus secs. Dans la partie plus ancienne, l'eau est à 1 m. 50 environ. Il pourrait en être de même dans la dépression du Balandran. En réalité, elle est très sèche, à cause de l'écoulement souterrain rapide de l'eau et le puits du Balandran n'atteint l'eau qu'à la profondeur de 12 mètres.

On peut penser que l'aridité du sol est bien plus grande encore sur les parties élevées de la commune, sur les surfaces du Grand Plagniol, de Coste Rouge ou de Coste Canet, du Bois de Broussan, depuis Gonnet jusqu'à la Tour.

La surface des lieux où le profil hydrique est souvent saturé jusqu'à la surface et où le niveau de saturation ne descend guère au-dessous de 1 m. 50 est insignifiante dans la partie de la commune de Bellegarde que nous étudions. Elle se présente sous la forme d'une ligne qui joint les sources de la côte, et d'une bordure très étroite le long des ruisseaux de Bellegarde, depuis les sources de Sauzette et des deux ruisseaux entre les routes de Manduel et de Jonquières.

Il n'en serait évidemment pas de même si nous considérons le reste de la commune, au sud de la route de Pont-de-Lunel à Beaucaire, sur les bords du canal du Rhône à Sète où le profil hydrique est souvent saturé jusqu'à la surface, parce que toute la région a été pendant longtemps un véritable marais qui a joué un rôle important dans l'évolution économique et historique de la commune de Bellegarde, comme pour les autres communes du sud de la Costière.

Le profil hydrique des terres que nous considérons hormis ces étroites lisières est donc indépendant de l'eau de la profondeur, mais il va de soi qu'il dépend du climat régional (mésoclimat) et aussi du microclimat qui peut provenir de la nature de chaque terre.

En résumé, l'étude de la commune de Bellegarde nous a montré deux surfaces planes: celle de 95-100 m. (plateau de Garons) et celle de 65 m. (Jonquières-Bellegarde), mais aussi une côte, des ravins, des vallées normales et des dépressions mal drainées ou sans écoulement.

Le reste de la Costière nous montre d'autres formes. Comme surfaces planes, par exemple, les plaines du nord de Vauvert.

A l'altitude 12 m., celle de l'ouest de Vauvert, entre la voie ferrée et le Vistre, à l'altitude 12 m., celles qui vont jusqu'au Vistre, depuis Beauvoisin, jusqu'au nord de la Costière, celles du sud, plaine de la Marque. La Cassagne, aux environs de Saint-Gilles et du bois d'Espéran.

La plus élevée de ces surfaces planes, celle de Garons, est recouverte de limons, toutes les autres ont une couverture colluviale constituée par les débris descendus des parties surélevées. Ces couvertures ne permettent pas de voir quelle est l'allure de la surface recouverte. De plus, nous avons vu que l'épaisseur du cailloutis libre est partout infime et que le cailloutis épais ne se montre

qu'à la périphérie. Nous serions portés à considérer ces surfaces comme des plaines de *piedmont*, non plus alluviales comme dans les plaines de piedmont, typique, mais ici colluviales. Elles seraient à rapprocher des surfaces qui bordent la Montagnette et qui sont faites de cailloutis calcaires.

Ces surfaces se raccordent souvent par des pentes insensibles, quelquefois par des pentes assez raides comme celles du Mas de Conses au-dessus de la surface plane qui va jusqu'au Vistre.

Surfaces planes et côtes ne suffisent pas du tout à caractériser la morphologie de la Costière. Les environs de Vauvert, Beauvoisin et Générac ont une toute autre allure. La surélévation anticlinale de sédiments tendres, en particulier des sables jaunes et la proximité d'un niveau de base local donnent un relief très vif, constamment rajeuni, qui fait de ce coin de la Costière, malgré son altitude infime, 143 m. au maximum, une sorte de pays montagneux, aspect particulièrement caractéristique, le long et au-dessus des ruisseaux des Caves de Vauvert et du ruisseau de Roc de Camps à Beauvoisin. Il y a en somme, en Costière, deux régions très différentes l'une de l'autre, la région surélevée Vauvert, Beauvoisin, Générac, et la région des surfaces planes qui l'entourent de deux côtés, mais qui s'étendent surtout largement à l'est.

Ce sont les débris de la première qui ont fourni les éléments de l'épandage qui constitue la seconde, la région des plaines de piedmont.

Il est tout naturel que les ruisseaux qui drainent ces deux régions soient très différents les uns des autres.

Aux environs de Vauvert, la remontée des ravins ouverts dans le sable jaune par les affluents du ruisseau d'Arène présente des formes très vives et très jeunes au moins sur les versants qui sont sculptés de la manière la plus pittoresque, avec tendance vers les formes de canyon. Le profil en long montre deux ou trois cycles emboîtés et la jonction avec le plateau caillouteux se fait par une courbe très raide.

Il en est de même pour le ravin de Roc des Camps à Beauvoisin, étroits, escarpés et abrupts.

Mais dès que ces ravins imposants arrivent dans la plaine caillouteuse de Vauvert ou dans celle de Beauvoisin, ils se réduisent à de simples fossés dont il est parfois difficile de retrouver la trace. Et c'est là le sort de tous les ruisseaux, même les plus importants et les plus longs qui, venant du

cœur de la Costière, s'en vont mourir dans les marais du sud. Le fait est frappant pour le ruisseau de Vallongue, dans la commune de Vauvert, pour le ruisseau du Roc des Camps, ou celui de l'Airalle, comme pour le Grand Val qui débouche près de Franquevaux et qui, en certains points, disparaît presque complètement. Arrivée dans le marais, la section du Grand Val est d'environ 2 m., la hauteur de ses flancs d'environ 1 m., alors qu'à 2 km. de là, à la hauteur des versants, d'environ 10 m. C'est qu'en arrivant dans ces plaines de piedmont, l'eau se perd dans le remplissage essentiellement perméable, ce cas se vérifie constamment sur le flanc sud, entre Bois Fontaine et le Mas Meynier, comme sur le flanc nord pour le ruisseau de la Tuilerie de Bouillargues. Ce n'est pas là la seule anomalie du drainage de la Costière. Dans la partie des cours d'eau qui est bien dessinée, les profils en long ressemblent souvent à ceux des régions calcaires désorganisés par les phénomènes karstiques. C'est ainsi qu'à partir du point 120, du S.-E. de Beauvoisin, la partie antérieure du valat de Listerne, affluent du grand valat qui sépare en deux parties la commune de Vauvert et qui remonte presque jusqu'au rebord nord de la Costière, se présente comme une vallée karstique, désorganisée par l'érosion souterraine. En particulier, un tronçon antérieur est absolument privé d'écoulement, seul un chemin creux qui fait suite à un fossé met en communication ce tronçon avec le suivant qui, pendant longtemps, ne montre aucun thalweg dessiné; le fond est large et plat, la hauteur des versants n'est que de quelques mètres, 3 ou 4.

On retrouve cette désorganisation de l'écoulement dans d'autres thalwegs, par exemple entre Belle-Fontaine et le Mas Meynier, ou bien dans la combe Mègère. Dans celle-ci, il est impossible de voir une pente régulière, aucun drainage, sauf vers l'aval, au droit du Mas de Graille, encore ce fossé rectiligne est-il probablement artificiel. En amont aussi, il y a eu des tentatives d'écoulement artificiel qui n'ont pas été continuées. Sans doute, y a-t-il dans l'ensemble de la combe, une pente générale, mais elle est faite de contre-pentes successives.

Une autre preuve bien plus frappante encore de cette désorganisation de l'érosion nous est donnée par la présence de nombreuses dépressions fermées dont nous avons parlé à propos de Bellegarde. Nous en avons observé beaucoup d'autres et nous pouvons maintenant en dresser la liste suivante pour toute la Costière:

Commune de Lédénon.....	Lognac
» Meynes	Pazac
» Jonquières	Jonquières
» Manduel	Campuget
	Redessan Sud
» Redessan	
	Redessan Nord
» Beaucaire	Mas Boschet
» Bellegarde	Balandran
	Fourniguet
» St-Gilles	St-Antoine
	Estagel
» Gènerac	Reculan
	Beauvoisin
» Beauvoisin	Laquets de l'Oli
	» du Sarrazin
	» de Fenestralle.

Ces dépressions fermées sont très différentes les unes des autres. Celle de Jonquières n'a pas moins de 4 km. de long et une profondeur de 30 m. et elle présente sur ses bords et dans son centre des terrains éocénés, miocènes et quaternaires qui ont tous participé à sa formation, d'autres comme les laquets de Fenestralle ou du Sarrazin pourraient passer presque inaperçues. Elles n'ont qu'une ou deux dizaines de mètres dans leurs dimensions horizontales et quelques mètres de profondeur et n'intéressant que la partie supérieure de sables jaunes. De plus, certaines d'entre elles: Jonquières, Pazac, Campuget, Estagel, sont ou ont été humides et présentent des sols de marais des terres palustres, d'autres comme celles du Balandran ou de Fourniguet ont toujours été sèches et ne montrent que des terres colluviales dans leur fond.

D'autres formes, analogues encore aux formes karstiques mais plus menues, sont des sortes d'avens que l'on rencontre sur quelques points, par exemple, à Jonquières, sous les coteaux qui dominent le village, au nord. Dans la dépression du Balandran, le ruisseau, bien dessiné, qui descend de la Courbade, se perd tout à coup en un endroit qu'on appelle l'Embut (l'entonnoir), terme qui sert, dans bien des régions calcaires, à désigner un aven.

Toutes ces formes ont le même mode de formation que nous avons indiqué précédemment: affaissements dûs à des vides parcourus par l'eau, soit dans les couches éocénées, pour la dépression de Jonquières, soit simplement dans les couches pliocènes pour les autres.

De ceci nous tirerions volontiers cette conclusion qu'il y a dans les phénomènes de l'écoulement des eaux, qu'il se fasse en terrains perméables en grand, comme le calcaire, ou en terrains perméables en petit comme les sables, bien des traits communs et que formes souterraines karstiques ou formes du calcaire peuvent, toutes proportions gardées, se retrouver dans des roches bien différentes du calcaire.

En tous cas, ces dépressions fermées sont une des caractéristiques et des plus imprévues de la Costière où l'on ne se serait pas attendu à trouver une telle abondance de formes topographiques comparables à des formes karstiques.

Il va de soi que les terres ou les sols que l'on y rencontre peuvent être différents de ceux des surfaces planes ou des pentes.

IV

LES TERRES DE COSTIERE

Avant d'aborder cette étude qui est l'essentiel de notre tâche, mais pour laquelle les développements précédents étaient nécessaires, il faut dire quelques mots du travail considérable accompli vers 1900 par Chauzit, Professeur d'Agriculture à Nîmes. Il donnait pour chaque commune une carte géologique au 30.000^{me} avec un grand nombre d'analyses — plus de cent pour la commune de Nîmes — les lieux de prélèvements étaient marqués sur la carte.

Mais cette œuvre a perdu presque toute sa valeur, comme quantité d'œuvres semblables entreprises en France, à pareille époque et dans les mêmes conditions. Elle est, en effet, venue trop tôt, avant un développement suffisant de l'étude des formes du terrain et de leur évolution avant la connaissance des méthodes et des résultats généraux de la science particulière des sols: la Pédologie, avant le perfectionnement incessant de la technique des analyses physiques et chimiques.

Au point de vue géologique, Chauzit ne disposait que de la carte d'Emilien Dumas, remarquable pour l'époque de son établissement, mais déjà vieillie en 1898, et dont d'ailleurs les défauts étaient grossis par le passage de l'échelle primitive du 1/86.400^{me} à celle du 30.000^{me}.

C'est ainsi qu'à Bellegarde, par exemple, Chauzit ne voyait que quatre types de terres alors que nous en connaissons au moins douze et que la Costière, dans son ensemble, en présente vingt.

Tout en rendant hommage à ce labeur, nous n'avons pu en tirer que peu de renseignements. Le terrain nous en a donné bien davantage. Chacun des niveaux géologiques dont nous avons parlé se présente presque toujours à l'état meuble, ce qui rend évidemment très facile le travail habituel des divers facteurs qui tendent à ameubler les roches et à en faire des *terres* propres à supporter et à entretenir la végétation spontanée ou les cultures. Ce travail est encore facilité par le fait qu'une partie importante de ces terrains est perméable, ce qui rend possible toute une série de phénomènes qui se produisent particulièrement dans la partie supérieure du dépôt, grâce aux circulations ascendantes ou descendantes, ou latérales de l'eau. Ces phénomènes, dont la complexité est très grande, tendent à créer toute une variété de terres jusqu'à présent peu étudiées scientifiquement, mais qui étaient bien connues empiriquement par les agriculteurs. Cette connaissance a été particulièrement poussée chez ceux de la Costière qui ont, pour plusieurs des variétés de terres, un nom particulier que nous rappellerons, et dont l'ensemble constitue une véritable classification empirique.

Nous verrons comment elle correspond aux observations détaillées que nous avons pu faire. Et comment elle est beaucoup plus complète que celle que l'on aurait pu tirer de la seule carte géologique. Mais il était nécessaire de fonder d'abord notre étude sur les bases solides établies sur des observations détaillées de Géologie et de Géographie physique.

Bien que notre étude doive précéder, à notre avis, celle des chimistes, nous nous sommes parfois servis du résultat de quelques analyses qui nous ont été communiquées très aimablement par MM. Bordas, Castel et Jansen, Directeur du Laboratoire Municipal de Nîmes. Ici, encore, nos observations commenceront par la commune de Bellegarde pour s'étendre ensuite à toute la Costière.

Terres marneuses.

Les terres qui proviennent des marnes du Pliocène inférieur d'origine marine sont de couleur blanchâtre, comme on le voit par celles qui affleurent et sont cultivées sur la côte, au-dessus de Bellegarde, sur les pentes qui descen-

dent vers le ruisseau. La roche est, en profondeur, grise et jaunâtre. Sans doute, cette décoloration provient-elle d'un départ superficiel des sels ou oxydes de fer, par suite d'un lessivage de l'argile qui fixe ces minéraux par absorption à chacune des particules de la terre.

Elle est composée d'éléments sableux et argileux, déposés dans une mer assez profonde, sans intercalation d'éléments détritiques de la grosseur des graviers. Les limons et l'argile entrent pour 28,8 et 20,3 dans sa composition, le sable grossier seulement pour 0,9, de sorte que la roche a des propriétés argileuses très marquées, mais corrigées par une forte proportion de calcaire qui peut atteindre 37 %. (1)

Les éléments sableux détritiques sont siliceux, la roche est donc, à la fois argileuse, calcaire et siliceuse. Les terres qui en proviennent perdent en surface une partie de l'argile et du calcaire, elles s'enrichissent donc en silice, tout en restant fortement argileuses. Elles sont, en conséquence, très plastiques, très adhérentes, quand elles sont sèches. Elles ont aussi, naturellement, une forte tendance à la fissuration, ce qui augmente l'aération, mais facilite aussi la dessiccation et rend extrême leur aridité. Elles ont le caractère des terres fortes, se ressuient difficilement l'hiver, durcissent l'été, craignent la sécheresse. Mais tous ces caractères sont très variables suivant la position topographique et le degré de lessivage.

La différenciation entre la surface de ces terres, la rochemère en profondeur ne va jamais très loin, à cause de l'imperméabilité qui devient vite très grande et qui retarde la montée ou la descente de l'eau et, par conséquent, la migration des bases et la formation de dépôts d'accumulation.

Ces conditions sont également, nous le marquerons plus loin, défavorables à la végétation spontanée qui est toujours pauvre et aussi, naturellement, aux cultures.

Terres sableuses.

Les terres qui proviennent du Pliocène moyen sont de couleur jaunâtre. Peu importantes à Bellegarde, elles sont très développées, comme nous l'avons vu, à Vauvert, Beauvoisin, Générac.

(1) Bordas et Mathieu. Les types de sols des vignobles des côtes du Rhône. Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du sol, t. III n° 4, Décembre 1937, p. 300.

Elles ont été déposées le long d'une côte, tout près du rivage et marquent la tendance à l'émersion qui s'est manifestée à la fin du Pliocène. Elles sont en conséquence beaucoup moins argileuses, et formées d'éléments détritiques de taille bien supérieure à ceux qui constituent les marnes du Pliocène inférieur. Ce sont des sables bien calibrés et ne contenant à leur contact avec les marnes pas d'éléments détritiques de taille supérieure à 2 m. La proportion d'éléments fins peut aller parfois jusqu'à 95 %. Au contraire, dans leur partie supérieure ils se chargent de cailloux roulés et finissent par passer aux cailloutis du Pliocène supérieur. Mais ce faciès est mal représenté à Bellegarde, alors qu'il se montre sur une grande épaisseur dans les sablières de Saint-Gilles.

L'argile n'est pas toujours exempte de leur composition, elle s'y présente parfois sous forme de petits lits de couleur jaune, mais elle cède toujours comme importance, au sable siliceux. Le calcaire est toujours présent, sous une forme très dispersée de grains de calcite, sa proportion peut aller jusqu'à 40 %. (1)

La perméabilité de ces terres permet le déplacement facile des solutions ou pseudo-solutions et, par conséquent, la migration des bases.

C'est surtout le calcaire qui manifeste sa mobilité dans les affleurements importants de sables jaunes aux environs de Nîmes et de Montpellier, on voit ainsi un calcaire d'un blanc éclatant d'apparence farineuse, s'individualiser en traînées irrégulières et en nodules. Cet enrichissement en calcaire se fait généralement dans la partie supérieure du dépôt. Il prend alors l'apparence d'un horizon d'accumulation illuvial, intérieur au sol proprement dit.

On le voit aux Poulets, mais aussi à Bellegarde, sur la rive gauche du ruisseau, le long de la route de Jonquières, aussi plus à l'ouest, au nord du Mas des Mourgues, sous le château de Beck, à Fonteuille, en amont du Mas Boisserin, près du Mas Roubaud, dans le ravin de Vallongue, dans le haut du ravin du Roc des Camps, dans le Grand Val près d'Aigues-Vives, près du Mas Blisson et sur le chemin qui va de Saint-Bénézet à la station de Fourniguet, en passant sous le moulin de Baguet.

(1) Braun-Blanquet (J). La chênaie d'yeuse méditerranéenne. Mémoires Société Etude Sc. Nat. Nîmes, N° 5, 1936. Profil du château de Beck 39 % de calcaire dans le sable jaune, 45 % dans le calcaire farineux

Le même phénomène s'observe dans les marnes aquitaines près de Font d'Aurelle, aux environs de Montpellier, où il a été étudié par Montarlot. (1)

On est très tenté, ainsi que l'a fait cet auteur, de considérer ce phénomène comme étant de nature pédologique. Il y aurait là un horizon d'accumulation calcaire, sous le sol au sommet des sables jaunes. Cette explication est acceptable.

Cependant, le phénomène n'est pas constant partout où s'observent les sables. Très souvent ceux-ci affleurent sans que l'on observe la couche farineuse. Par contre, on voit assez souvent, notamment dans les ravins de Saint-Laurent-des-Arbres, des accumulations semblables dans la masse sableuse dans le sable, très loin de la surface. On les retrouve de même dans les cailloutis rhodaniens, loin du sol. D'autre part, cette couche n'est pas entièrement sableuse comme le reste de la masse sous-jacente, elle est sensiblement plus marneuse.

Enfin, les accumulations calcaires provenant vraisemblablement de la surface que nous verrons dans ce que nous appelons le taparas, n'ont pas du tout le caractère de ces amas farineux, elles sont au contraire très constantes et beaucoup moins cristallines.

Nous serions donc plutôt portés à croire qu'il s'agit là, dans cette couche marneuse, comme dans les marnes aquitaines, d'un milieu riche en calcaire apte à entrer en solution et en migration. Ce serait donc un phénomène de *métasomatose*. Sans repousser absolument toute intervention venant de la pédosphère, il nous est difficile de voir là l'horizon d'accumulation d'un sol nettement défini. Cette couche de marne jaune à calcaire farineux est d'épaisseur très variable, mais ne dépasse jamais un mètre.

Elle gêne évidemment la culture, à cause de l'extrême dispersion du calcaire et donc de la grande solubilité du calcaire, ce qui explique certaines parties incultes de la Costière, par exemple entre le château de Beck et le Mas de Mourgues, aux environs de Fourniguet. Sur beaucoup de points, le peu d'épaisseur de la couche blanche a permis sa destruction par les labours.

Les terres qui proviennent de la masse sableuse du Pliocène Astien sont assez profondes et assez propices à la culture. Ces terres sableuses peuvent se présenter de deux

(1) Montarlot (G). Observations sur des concrétions calcaires. Annales Agronomiques, 12^e Ann.. n° 2, Avril, Mai, Juin, 1942.

manières qui réagissent sur leurs propriétés. Ou bien elles sont sur la masse du sable qui peut avoir jusqu'à 10 m. de profondeur. Ou bien elles sont sur les marnes qui arrêtent l'eau et changent le profil hydrique suivant que l'épaisseur est grande et, dans ce cas, elles varient suivant leur épaisseur au-dessus des marnes. Elles portent parfois des vignobles mais assez souvent, en Costière, elles sont abandonnées au bois. Elles ne paraissent pas être aussi appréciées qu'aux environs de Montpellier où on les compte au premier rang parmi les sources de richesse de notre département « sans être paradoxal, on pourrait ramener cette richesse intrinsèque des dépôts tertiaires à leur teneur élevée en acide phosphorique et en potasse, à leur profondeur, à leur propriété de bien retenir l'eau et d'utiliser au maximum les engrais organiques. (1)

Terres caillouteuses (le gress, le taparas, le gapan).

C'est le cailloutis rhodanien pliocène, ou quaternaire, ainsi que nous l'avons vu, qui est le dépôt le plus étendu dans la partie de la commune de Bellegarde et le plus caractéristique de toute la Costière, celui qui a donné les paysages naturels les mieux développés, et, enfin, celui qui est de la plus haute importance au point de vue agricole et économique. Il nous arrêtera encore plus longtemps que les autres formations. Il est devenu classique dans le midi rhodanien et même ailleurs, sous le nom de *gress*.

Parler du cailloutis, c'est parler d'une terre puisque presque partout il est dans un état meuble qui lui permet de recevoir directement la végétation. Cependant, il présente de nombreuses modifications, verticales et latérales, que nous aurons à indiquer.

Cette terre de gress peut être empruntée à trois des cailloutis que nous avons déjà observés (v. p. 39), le cailloutis cimenté ne donnant pas de terre, mais il s'agit surtout des cailloutis rouges et blonds, les cailloutis gris étant généralement recouverts.

Les éléments du cailloutis sont, en grande majorité, siliceux ou silicatés. Les roches quartzeuses et silicatées qui sont ainsi représentées par leurs éléments roulés sont des quartzites blanchâtres ou jaunâtres, des silex, des schistes quartzeux, des calcaires siliceux, des jaspes noirs, jaunes,

(1) Le vignoble de l'Hérault. Montpellier 1900. Agrologie de l'Hérault (Legatu H).

rouges, avec quelques basaltes, des porphyres, des granites et des granulites, et exceptionnellement des euphotides et des variolites.

Mais ces éléments ne sont nullement représentés en égale proportion. Partout les quartz blancs filoniens venus vraisemblablement des Cévennes par le Gardon et les quartzites jaunes venus des Alpes par la Durance l'emportent de beaucoup. Après ces deux roches viennent les silex, les calcaires siliceux, les schistes quartzeux, les autres roches sont généralement rares.

L'aspect du gress en surface est assez différent du cailloutis en profondeur. Nous avons vu que celui de la périphérie était blanchâtre, grisâtre, par exemple, à la gravière entre la station des Sources-la-Marine et celle de Bellegarde.

En surface, au contraire, le gress est rougeâtre, ou jaunâtre, ou blond, ce qui tient du mélange dans lequel il est ou a été avec les horizons colorés qui se forment dans la masse du cailloutis ainsi qu'on peut le voir dans la gravière.

Les éléments caillouteux sont forcément très roulés, mais ils sont à peu près tous aplatis et allongés. Leurs dimensions sont extrêmement variables, elles peuvent aller de 0,30 à 0,40 à la dimension des grains de sable ou de limon grossier. Les limons fins, par contre, ne se rencontrent guère. La gravière montre des lits de sable, plus ou moins fins, intercalés dans le cailloutis, mais ce ne sont jamais que des accidents. La grande majorité des éléments est faite de cailloux de gravier, ou de sables grossiers de dimension supérieure à 2 mm. Quand le gress est sur une pente, il va de soi que le ruissellement entraîne les éléments les plus fins, de sorte que l'on a, au bas des pentes, une accumulation de gros cailloux ayant environ 0,15-0,10-0,08, etc... Au contraire, quand il est en position horizontale, les éléments restent en surface avec la variété de calibrage qu'ils avaient dans le dépôt originel s'ils n'ont pas été recouverts par la suite. Ce calibrage aussi irrégulier que celui que l'on peut voir dans la gravière est assez général. Cependant, on observe en plusieurs points de la commune du gress, très régulièrement calibré, dont les cailloux ne dépassent guère le diamètre de 0,05. Nous aurons à examiner s'il n'y aurait pas là un dépôt un peu différent du cailloutis pliocène.

Une analyse mécanique faite par Müntz (1) d'une terre de gress de Bellevue, près de Gallician, a donné 83 % de cailloux et 17 % de terre fine seulement. Cette prédominance des éléments grossiers, en général irrégulièrement calibrés, est un des traits les plus frappants et les plus connus des terres de gress dans toute la Costière et, en particulier, dans la commune de Bellegarde, les environs de la Tour, les pentes du Grand Plagniol, ou la bordure le long de la côte, sont frappants à ce point de vue, les vignes y paraissent pavées et l'œil ne discerne aucune terre entre les cailloux qui constituent un véritable pavage.

Sur le chemin du Balandran, entre ce mas et celui des Sources, un tamisage nous a donné 80 % d'éléments supérieurs, à 2 mm. dans un gress blond. A Vauvert, un autre gress montre 73 % de cailloux, 27 % de terre fine. (2)

A Bellegarde (3), un gress rouge présente 69,9 % de sables totaux. Aux Poulets (4), le gress rouge a seulement 44,2 % de sables totaux, c'est que les cailloutis rouges étant moins délavés que les cailloutis blonds sont plus riches en argile et en limon. Il y a 23,5 % d'argile à Bellegarde, 46 % aux Poulets, 5 % de limon à Bellegarde, 9 % aux Poulets, 5 % de limon à Bellegarde, 9 % aux Poulets, alors que dans le cailloutis blond, l'argile et le limon tendent vers 0, ainsi que la plasticité. Après cette prédominance des éléments de grosse taille dans le gress, un autre caractère est celui de la prédominance des éléments siliceux sous la forme de quartz, de quartzite, de silex, de schistes quartzeux, de calcaires siliceux. Les éléments silicates y sont rares; les roches granitoïdes complètement décomposées ont disparu des cailloutis blonds et rouges. On ne les retrouve abimées que dans le cailloutis gris.

Ces deux cailloutis, le blond et le rouge, sont très pauvres en calcaire. A l'Ermitage, dans la commune de Saint-Gilles, 25 échantillons de gress ont tous moins de 1 % de calcaire (5). L'échantillon de Bellegarde en a 0,5; celui des Poulets 0.

(1) Müntz. Les vignes. Recherches expérimentales sur leur culture et leur exploitation. Paris 1895.

(2) Communiqué par Jansen.

(3) Communiqué par Jansen.

(4) Communiqué par Bordas.

(5) Communiqué par Jansen.

Cependant, il ne faut pas se garder d'en conclure comme l'on a fait trop souvent, que la Costière est un pays dépourvu de calcaire. Non seulement il se trouve dans les marnes et les sables, mais aussi dans les dépôts supérieurs aux cailloutis, loess et limons, et aussi dans les cailloutis cimentés et surtout dans les cailloutis blanchâtres. Un examen rapide de la gravière de Bellegarde montre, sur toute la hauteur des accumulations irrégulières, des traînées de calcaire farineux analogues à ce que nous avons vu dans les sables jaunes. C'est là, croyons-nous, un phénomène très général qui s'observe dans notre région, dans toutes les formations meubles et perméables, parcourues par des solutions ascendantes et possédant des sources de calcaire et qu'il est difficile de considérer comme exclusivement pédologique.

Il se peut que des galets calcaires puissent être une des sources de ce calcaire, mais nous croyons plutôt qu'il vient des dépôts dont nous venons de parler. Quoiqu'il en soit, nous verrons comment ce calcaire finit par jouer un rôle important dans la nature et l'allure du cailloutis de Costière. Sur beaucoup de points, il modifie sensiblement la nature des terres de gress. C'est ainsi qu'à l'Ermitage, dans la même propriété, à côté de 25 échantillons à peu près privés de calcaire, on en trouve deux qui en ont 12 et 11,5 %, parce que ce sont des gress sans épaisseur sur un substratum calcaire. Ce que nous avons dit permettra de comprendre que ces terres de gress ne sont ni plastiques, ni adhésives, ni susceptibles d'être affectées de fissures de retrait, ce qui empêche leur dessiccation, ni cohérentes, sauf quand les cailloutis sont cimentés par le calcaire, ce qui devient alors dangereux pour la végétation. Perméables, elles s'égouttent très rapidement et peuvent se labourer dès après la pluie, ce que les agriculteurs de Costière expriment dans leur terminologie particulière en disant que le gress est « *caveran* ».

On comprendra aussi avec cette forte prédominance d'éléments grossiers et quartzeux, qu'elles soient peu fertiles. Et enfin, on pourra, par leurs propriétés physiques et l'aridité que nous leur avons reconnu, expliquer comment s'établit une sorte de microclimat qui accentue encore les caractères que nous avons esquissés du climat régional. Ce microclimat a été bien défini pour une région bien éloignée de Bellegarde, mais dont les terres offrent avec celles dont nous nous occupons les plus grandes analogies : les graves de Bordeaux.

« On a également pu mesurer toute la capacité calorifique des graves sableuses et claires, qui, après le crépuscule rayonnent encore des heures durant, la chaleur qu'elles ont absorbé le jour — la présence de sable fin, de limon et d'argile, en position de sol acide, rendrait, en effet, les sols froids, battants et non aérés, difficiles à réchauffer, du fait de l'évaporation de l'humidité du sous-sol auquel les lierait une capillarité sans défaillance, il s'établit donc en surface, sitôt le labour de déchaussage lavé par une pluie, une continuité de galets lisses et plus ou moins claires qui, aidés de sable grossier constituent une sérieuse protection contre l'évaporation des réserves humides du sol et un *appareil de captation thermique* des mieux adaptés pour échauffer davantage la saine atmosphère du vignoble. La prolongation de cette température diurne diminue d'autant la longueur des nuits ». (1)

En résumé, on peut dire que la composition et les propriétés physiques des cailloutis et des terres qui en dérivent contribuent à augmenter dans le microclimat du sol une aridité déjà grande du fait du climat régional, mais en même temps que, par leur profondeur, leur peu de cohésion, leurs lacunes, leur perméabilité, ils assurent aux racines un volume relativement grand et des surfaces multipliées, qui finissent, de ce fait, par être suffisamment approvisionnées en eau en même temps qu'elles corrigent la stérilité du sol.

Nous avons indiqué les divers calibrages du gress, calibrage extrêmement irrégulier dans le dépôt originel où les diamètres vont du sable fin jusqu'à des cailloux de 0,30, 0,40 de grand diamètre, calibrage irrégulier des surfaces planes, et nous avons indiqué aussi des calibrages autour de diamètres moyens, 2 à 5 cm. Ils sont très fréquents dans le gress de Bellegarde. On les voit en particulier dans la plaine du Balandran, aux environs de Sautebrau, au sud et au-dessus de la ferme du Haut Broussan, comme dans la partie occidentale de la plaine, en venant de Saint-Bénézet, sur le chemin du Mas de Gonnet, et jusque aux environs de la Tour. En somme, toute la côte qui descend doucement du bois de Broussan sur le Balandran est calibrée depuis les vignes à Clairettes (Blanquières) de la Tour, jusqu'au serre de Brugal, l'autre côté, au nord du Balandran, paraît fait de gress irrégulièrement calibré.

(1) Lafforgue (G), Riedel (C. E.) et Franc de Ferrières (J). Les graves de Bordeaux. Relations entre l'évolution pédologique et la vocation culturale. Direction des Services Agricoles de la Gironde, 1936, pp. 58-59.

Le calibrage se retrouve aussi dans la commune de Bellegarde sur les hauteurs de Coste Rouge, entre le Mas Saint-Louis et le Mas Neuf, entre le Mas de Carlot et le Mas de Saint-Louis et dans le reste de la Costière aux environs de Vauvert, de Gallician, Beauvoisin, Garons, Bouillargues, Espéran, etc...

Cette manière d'être du gress est bien connue des propriétaires de Bellegarde qui pensent que les terres qui en dérivent sont particulièrement propres à la culture de la vigne, des arbres fruitiers et même de la luzerne. Ils le désignent sous le nom de *greset* ou de *grésillou*.

Ce grésillou se présente sous deux formes : l'une dans laquelle les cailloux sont généralement intacts, l'autre dans laquelle ils sont souvent cassés. Ce sont surtout des quartz moins souvent des quartzites, moins souvent encore d'autres roches qui le constituent.

Son origine est assez énigmatique. Il peut faire partie du cailloutis originel et correspondre à des variations du débit du fleuve, saisonnières ou accidentelles, ou à changements du cours ou des courants. Il peut aussi représenter un dépôt différent du cailloutis pliocène, peut être un dépôt quaternaire généralement répandu dans la région et qui aurait disparu de maints endroits par l'érosion. C'est l'opinion émise par Denizot pour d'autres lieux : « je place à l'aurore du quaternaire une formation partout détruite, mais qui a laissé à titre résiduel des semis de menus galets (quartz, variolites alpins, des plateaux jusqu'aux plus bas fonds ». (1)

Il peut aussi résulter d'un triage par les eaux de ruissellement des éléments empruntés au gress originel, ce qui expliquerait en particulier à Sautebrau sa présence continue sur la bordure sud de la dépression du Balandran. Tout ce que nous venons de dire s'applique au gress lui-même dont nous n'avons indiqué que des variations de grosseur, ou de composition minéralogique, mais l'aspect général demeure le même dans ces divers cas.

Mais nous avons indiqué que la grande perméabilité du dépôt des terres avait permis la production de phénomènes d'altération et de dépôts qui ne peuvent pas se produire dans les terrains imperméables, phénomènes géologiques ou phénomènes pédologiques, ils changent complètement l'as-

(1) Denizot (G). Pliocène et quaternaire du Bas-Rhône. Compte rendu collab. carte géolog. de France, 1939, p. 166.

pect du gress. L'accumulation du calcaire, avons-nous dit, finit par cimenter le gress en un conglomérat parfois extrêmement dur, c'est le *taparas*. D'autre part, nous avons vu aux Poulets le cailloutis fortement coloré en rouge et envahi par l'argile, c'est le *gapan*.

Gapan et Taparas, termes locaux usités en Costière, ne sont pas seulement localisés dans notre champ d'étude. On peut les observer dans beaucoup d'autres terrasses alluviales de diverses régions.

Le Taparas.

Il est bien connu des agriculteurs de Costière qui l'ont ainsi nommé parce qu'il ferme ou bouche — en provençal fermer ou boucher se dit : « *tapa* » — les terres à l'eau comme aux racines. Il a été signalé par E. Dumas (1) et précisément dans notre premier champ d'étude « tout le long de la berge qui s'étend en forme de falaise depuis Beaucaire jusqu'au delà de Saint-Gilles, à la Tour de Bellegarde, à Coste-Canet, au-dessus de la campagne de Bions, et à Saint-Gilles, il constitue des masses d'une épaisseur de plus de 20 mètres et d'une grande dureté ».

Mais Emilien Dumas avait confondu les conglomérats compacts gris avec le taparas, erreur assez étrange de la part d'un excellent observateur. Par la suite, les géologues qui ont eu à s'occuper de cette région ont simplement signalé le fait que le cailloutis était parfois cimenté en poudingue, sans chercher à savoir quels étaient la place et le sens de ce phénomène dans la série pliocène et quaternaire. Le taparas se présente de deux manières. Il peut avoir l'aspect d'un béton très dur que l'on ne peut débiter sans casser les cailloux. Ou bien au contraire, le ciment calcaire est très lâche, peu cohérent et les galets se détachent au moindre choc et même sous la pression des doigts. Le calcaire pénètre dans tous les interstices du dépôt, mais sa proportion est peu importante par rapport à la masse, il est difficile d'obtenir un fragment isolé du ciment calcaire. Dans tous les cas, les galets sont recouverts d'un enduit calcaire blanchâtre, très adhérent, qui se détache très difficilement et qui permet de reconnaître l'existence du taparas quand il a été détruit, soit par les agents naturels, soit par l'homme. Un champ qui, en Costière, en dehors des affleurements de Pliocène inférieur ou moyen, se distingue de

(1) E. Dumas. Statistique géologique. T. II, p. 572.

loin, par sa couleur blanche, au milieu des champs rouges ou jaunes, est un champ où le taparas est près de la surface ou a été remonté par un défonçage. Le ciment calcaire n'est jamais pur, il n'est jamais d'un blanc éclatant comme dans les nodules ou les trainées, il est toujours ou d'un blanc sale, ou jaunâtre ou rose. Il est toujours accompagné de débris quartzeux, micacés, ou de grains ferrugineux. Les solutions de calcaire qui ont cimenté les galets n'étaient donc pas chimiquement pures et chariaient toujours des oxydes de fer et même de menus débris sableux.

Nous avons vu que E. Dumas l'avait observé le long de la côte, on peut le voir aussi, un peu avant l'entrée du domaine du Mas des Sources, le long de la route de Bellegarde à Nîmes, après le kilomètre 11. Les terres qui sont au-dessus du mas Haut de Broussan montrent de gros fragments de taparas, arrachés sans doute au sous-sol par des défonçages.

Quelques coupes observées dans cette commune, ou dans d'autres parties de la Costière, nous permettront de situer s'il se peut le taparas, par rapport aux formations que nous avons déjà étudiées : marnes et sables ou par rapport à celles qui nous restent encore à décrire : argile rouge ou *gapan*, limons jaunes et rouges. Il convient de remarquer tout de suite que les unes et les autres sont des formations à prédominance d'éléments fins, contrairement au gress et au taparas.

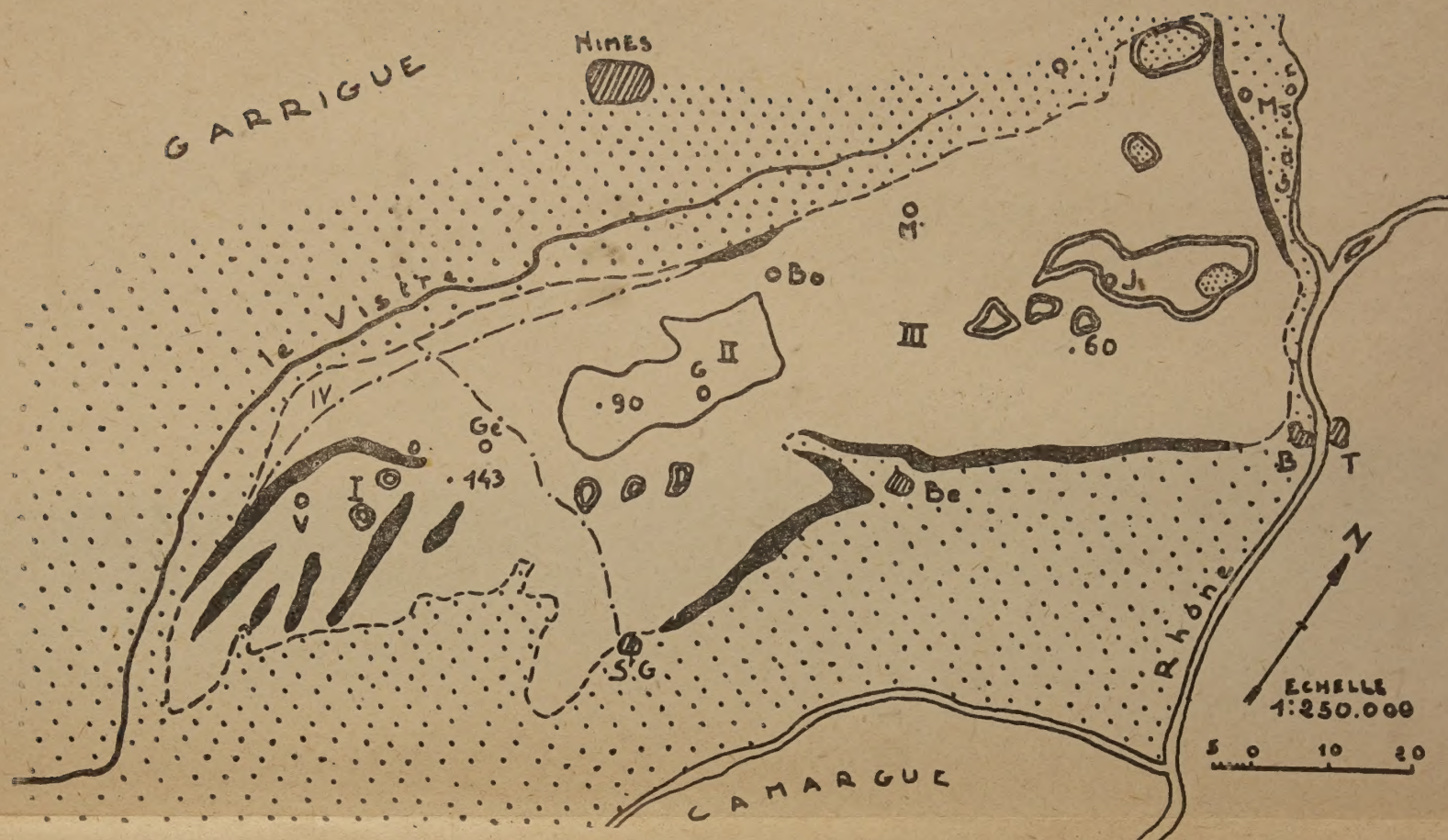
La coupe de la gravière de Bellegarde se présente ainsi que suit :

Terre fine grise d'abord, puis jaunâtre, mêlée de cailloux :
0 m. 30.

Cailloux emballés dans la terre rouge : 0 m. 10 à 0 m. 50.

Cailloux blanchâtres : 4 à 5 m., quelques-uns à patine noirâtre.

C'est la masse des cailloutis, sans doute pliocène, dont on ne peut pas voir l'épaisseur. Ainsi que nous l'avons dit, le calcaire y est abondant et très visible sous forme de trainées farineuses et blanches et les cailloux sont cimentés mais d'une manière assez lâche par le calcaire, ils s'en détachent facilement mais restent toujours revêtus d'un enduit de calcaire blanchâtre; c'est ce calcaire qui donne la couleur à l'ensemble, couleur qui fait ressortir davantage le rouge de l'argile qui pénètre de la manière la plus irrégulière et la plus capricieuse dans le cailloutis. Il est donc là très abondant, mais ce n'est pas exactement le taparas.



ESQUISSE DE LA COSTIÈRE

En pointillé : les terres alluviales qui l'entourent.

En noir : les marnes et sables pliocènes (Plaisancien et Astien).

I Région surélevée et disséquée : terres marneuses et sableuses dominantes ; gress et demi-gress en couverture ; gapans.

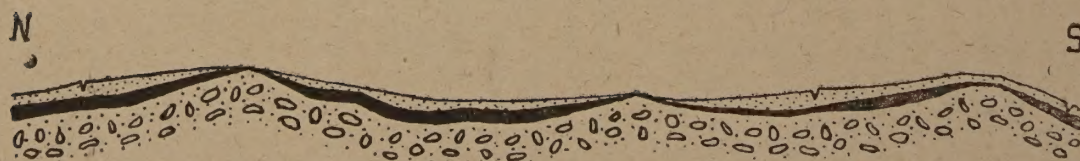
II Plateau de Garons ; limons lœssiques et taparas dominants ; gapans.

III Surfaces planes ou de faibles relief ; terres de gress et demi-gress dominantes ; limons lœssiques dispersés ; gapans.

IV Surfaces planes intérieures et périphériques (Existent aussi au N. E. et au S. W.) terres limoneuses et caillouteuses alluviales récentes.

En traits doubles concentriques ; dépressions fermées ; avec pointillé ; à terres palustres.

V, Vauvert ; Ge, Gézénac ; G, Garons ; J, Jonquières ; S. G, Saint-Gilles ; Be, Bellegarde ; B, Beaucaire ; M, Meynes.



Allure du taparas sur le plateau de Garons, au sud du village.

En pointillé, le limon lœssique.

En noir, le taparas sur le cailloutis.

Longueurs 1/20.000

Épaisseur du limon 1/1000

Épaisseur du taparas 1/100

La coupe relevée un peu avant le Mas des Sources, au kilomètre 11,5 sur la route d'Arles à Nîmes, est bien différente en apparence. C'est ici qu'apparaît le taparas proprement dit.

Terre fine grise, légèrement caillouteuse: 0,30.

*Ligne blanche, très régulière, très peu épaisse: 0,05.
au sommet du taparas.*

Cailloux cimentés plus ou moins fortement par du calcaire jaune ou rose (taparas): 1 m.

Cailloutis dans la terre rouge.

Ces deux coupes se reproduisent en bien des points de la Costière. La tranchée de Saint-Gilles, un peu après le cimetière, le long de la voie ferrée venant de Nîmes, montre la même coupe que la précédente, avec le taparas sur le cailloutis rouge et sous celui-ci, le cailloutis blanchâtre, cimenté par places. Sous le cimetière on voit seulement la couche rouge sur le cailloutis.

Le plateau de Garons montre des profils semblables sur toute sa surface plane de 90 m., notamment dans le chemin qui va à Bouillargues:

Terre fine jaune: 0,70-0,80.

Ligne blanche: 0,05.

Taparas: 1 m. environ.

Le cailloutis rouge se voit sous le taparas vers Sainte-Elisabeth.

Un profil établi par le Service des Ponts et Chaussées du Gard en vue de la création d'un aérodrome, au sud de Garons, aux environs de Scieüre, le long de la route de Saint-Gilles, met en évidence d'une façon saisissante la régularité du taparas et de la ligne blanche, si différente de l'irrégularité d'autres accumulations calcaires, par exemple, celle du sommet des sables jaunes ou des traînées du cailloutis grisâtres. L'un et l'autre se poursuivent sans interruption pendant 2 k. 400 sous des épaisseurs de terres limoneuses loessiques dont l'épaisseur va de 1 m. 50 à 0, le taparas affleurant sous les points hauts et le limon s'accumulant dans les points bas. (1)

Les mêmes observations peuvent se faire à Espéran, au sud de Saint-Gilles, sous de semblables limons.

A Espéran, la ligne blanche se trouve sur le cailloutis rouge, cimenté d'une manière très lâche.

(1) Voir fig. 1, face page 64.

Ces coupes, et plusieurs autres dans le détail desquelles nous ne pouvons pas entrer et qui sont souvent tronquées, nous permettent de reconstituer le profil théorique suivant :

- 1° — *Couche de terre fine — loessique en général;*
- 2° — *ligne blanche;*
- 3° — *taparas jaunâtre ou rose;*
- 4° — *cailloutis rouge;*
- 5° — *cailloutis blanchâtre.*

Les épaisseurs sont extrêmement variables pour tous les niveaux : 1 ne dépasse pas 2 m. ; 3 peut atteindre 2 à 3 m., mais il est alors coupé de parties peu ou pas cimentées ; 4 a des épaisseurs très variables et sa distribution est très irrégulière ; l'épaisseur de 5 ne nous est pas connue. Seul 2 garde une épaisseur minime de 1 à 5 cm.

L'enlèvement par l'érosion d'un ou de plusieurs niveaux et l'apport colluvial de nouveaux matériaux peut donner des profils différents sur lesquels nous n'insisterons pas, proposant seulement, pour l'instant, ce profil théorique comme hypothèse de travail.

Il montre que l'accumulation du calcaire peut se faire de trois manières différentes.

La première forme qu'il prend est celle de ces nodules et de ces trainées d'un blanc éclatant irrégulières et inconsistantes que l'on voit dans la masse du cailloutis blanchâtre (5 du profil). Son origine peut être cherchée soit dans les dépôts supérieurs, soit dans cette masse même, dans les lits de sable calcaire ou dans la disparition de cailloux calcaires. Dans certains cas où les cailloutis sont peu épais, elle peut être empruntée aux sables jaunes et à leur partie supérieure en particulier. Il est difficile d'affirmer que cette migration a eu lieu par descente ou par montée. Nous voyons plutôt là une sorte de *diffusion* dans tous les sens. Le niveau supérieur d'accumulation calcaire, le taparas, se présente sous deux formes. En 3, dans le profil, c'est la masse de cailloutis qui s'est cimentée, irrégulièrement, avec une épaisseur et une compacité très variables. En 2, sous la couche limoneuse, il s'agit d'une accumulation de calcaire, très régulière, très constante, mais presque sans épaisseur.

Ce profil, déjà théorique en lui-même, est assez difficile à interpréter.

Nous dirons seulement que nous serions disposés à interpréter ainsi les différents niveaux :

Le niveau 5 est le résultat de la diffusion du calcaire qui a pu se faire à toutes les époques, dès que le cailloutis n'a plus été inondé, par les eaux d'infiltration ou d'une nappe phréatique. Le niveau 4 est pour nous le résultat d'une altération superficielle de silicates contenus dans la masse du cailloutis par hydrolyse et ferrugination. Il s'est produit à la partie supérieure de l'alluvion et sur toute sa surface de la manière capricieuse propre à ces phénomènes. Nous y reviendrons. Le niveau 3 est le résultat d'un apport de cailloux, en tout semblables à ceux de la masse de l'alluvion, mais remaniés par ruissellement, par transport colluvial, par glissement d'un éluvium, etc... Primitivement dépourvu de calcaire par sa composition et n'en recevant pas par ascension à cause de la présence de l'argile de 4, il n'a été cimenté qu'après le dépôt de 1.

Le niveau 1 est un dépôt de limon loessique dont nous parlerons plus loin, apporté par le vent, ou par le ruissellement. Très chargé de calcaire dans sa composition originale, il a enrichi de cet élément par descente le cailloutis récent.

Le niveau 2 qui nous semble le plus récent est la continuation de ce phénomène. Il montre le calcaire de plus en plus abondant montant vers la surface et atteignant le limon lui-même après avoir dépassé la surface du cailloutis.

Ce profil et son interprétation nous paraissent confirmés par quatre tranchées faites dans la commune de Saint-Gilles, aux Mas de Mourgues, de Baldet, de Fonteuille et aux Silex, où l'on voit l'alluvium surmontée par l'argile rouge et celle-ci par un cailloutis emballé dans une terre fine, plus ou moins calcaire. Situés sur les pentes de la Costière, ils montrent la surface rubéfiée recouverte par du cailloutis transporté. Mais ici le dépôt est récent, il s'est produit après l'enlèvement du limon loessique qui ne subsiste plus qu'en mélange avec les cailloux et le phénomène de descente du calcaire n'a pu se faire. Le taparas n'existe pas.

Cette interprétation appelle une critique. Le loëss ayant fourni le calcaire du taparas devrait être décalcifié. Il l'est en effet en plusieurs points et l'on a alors un profil théorique où le niveau 1 est fortement diminué en épaisseur et où le niveau 2 n'existe pas. Ces limons décalcifiés et devenus argileux sont fréquents, mais de peu d'étendue.

Mais si le limon peut avoir fourni le calcaire du taparas, il en a gardé, ce qui explique les teneurs différentes du calcaire 17 % par exemple aux environs de la station des Sources-la-Marine, où le limon est peu épais, 24 % sur la route de Bellegarde, après le parc des Sources, où il a plusieurs mètres d'épaisseur.

On pourrait aussi se placer sur un autre plan pour interpréter ce profil et se baser sur les résultats obtenus dans l'étude des sols par les méthodes pédologiques.

0 horizon humique absent à cause des cultures	}	Eluvium	A1
1 terre fine			A2
2 ligne blanche	}	Illuvium	B1 calcaire
3 taparas			
4 cailloutis rouge			B2 ferrique
5 cailloutis blanchâtre			Roche-mère C

On pourrait aussi voir là un *sol à carapace* analogue à ceux que l'on connaît dans l'Afrique du Nord. Il est évident que la ressemblance du taparas avec les *croûtes* étudiées par Agafonoff (1) et d'autres auteurs en Tunisie se présente aussitôt à l'esprit. Nous pensons que de telles croûtes existent certainement dans notre région et sont plus fréquentes qu'on ne le croit.

Nous en avons vu avec Agafonoff au Mas d'Auriac, dans la forêt de Valbonne (2). La route de Nîmes à Avignon, un peu avant l'embranchement conduisant à Lédénon, à gauche de la route, en montre de très nettes sur des éboulis de coteaux mêlés de loess que nous étudierons plus loin.

Mais il est difficile de les intercaler dans des profils pédologiques classiques. C'est ainsi que dans ceux qui sont figurés par Agafonoff, l'horizon rouge se trouve sur l'horizon calcaire et non au-dessous comme dans notre cas.

(1) Agafonoff (V). Sols types de Tunisie. Tunis, 1937, pp. 319 et suiv.

(2) Flaugère (A), Marcelin (P), Kuhnoltz-Lordat (G), Jaubert (A). L'enseignement de la Forêt de Valbonne, p. 46.

Il en est de même si on compare ce profil considéré comme un sol à celui qui a été relevé par Erhart dans les terrasses rhénanes (1) sur des graviers et des sables siliceux, silicatés et calcaires. On y voit aussi un horizon où les éléments sont cimentés par du calcaire et un dépôt argileux emballant les cailloux. Mais l'horizon calcaire se trouve sous l'horizon rouge. On verra par la discussion à laquelle cet auteur se livre à propos de ce profil, combien il est encore difficile de proposer telles interprétations purement pédologiques quand il ne s'agit pas de quelques-uns des sols types. Mais il s'agirait bien plutôt de sols fossiles datant d'une période quaternaire, tels que ceux qui ont été étudiés en Alsace, par Franc de Ferrières. (2)

A la vérité, bien que ce profil se retrouve assez souvent en Costière, il est loin d'être constant. En particulier, la migration du calcaire paraît être très générale et très capricieuse. Le taparas se retrouve un peu partout en Costière, sans que l'on puisse préciser les raisons de sa distribution. Il déborde d'ailleurs de la Costière et envahit la plaine du Vistre dans les communes de Marguerittes, Manduel, Redessan, Caissargues, où les profils de sol seraient bien différents de ceux que nous avons cités. Il se relie par là aux croûtes de Lédénon et aux dépôts de tufs des environs de Remoulins. Vers Collias, M. Bulle, Ingénieur agronome, poursuivant une enquête dans la Vistrenque et qui a bien voulu nous communiquer ses observations, le retrouve dans toute cette région. Dans la commune de Bouillargues, au Mas de Brignon, il formerait même une petite colline qui émerge des limons. Il a noté que dans la commune de Marguerittes, aux environs du Moulin de Génésy, sur le Vistre, le tuf calcaire, détruit par les défoncements, se reforme constamment. Le fait est particulièrement curieux, mais il est vraisemblable qu'il s'agit d'une sorte d'accumulation calcaire assez différente du taparas typique de Costière qui paraît être une formation arrêtée, sauf peut-être en ce qui concerne la ligne blanche.

Pour toutes ces incertitudes, nous préférons pour l'instant, considérer les phénomènes qui ont donné naissance à ces profils, comme relevant de la Géodynamique, plutôt que de la Pédologie. Si le climat actuel ou ancien a joué un rôle dans leur genèse, il ne nous paraît pas démontré que nous avons vraiment là des sols au sens précis du mot.

(1) Erhart (H). Traité de Pédologie, t. I, p. 154.

(2) Franc de Ferrière (J.), Géologie et Pédologie.

Quelle que soit la manière dont on considère le taparas, il joue un rôle important dans la géographie et l'agriculture de la Costière. Il transforme partout où il existe, un matériel perméable en un autre, imperméable et fermé, ainsi que l'indique son nom. Alors que, le plus souvent, la surface du gress évacue immédiatement l'eau de la pluie, il n'est pas rare, même sur le plateau, de voir en Costière l'eau stagner au printemps, c'est que le taparas est, dans ce cas, rapproché de la surface. On peut même se demander jusqu'à quel point cette formation ne pourrait pas être la cause du défaut d'écoulement de certaines dépressions, comme celle de Campuget, pour laquelle l'affaissement est insignifiant.

On voit que le taparas, de ce fait, modifie profondément le microclimat propre au gress. Il est à la fois un facteur d'aridité en empêchant la montée des réserves d'eau contenues dans le cailloutis et un facteur d'humidité excessive en permettant la saturation du profil hydrique au-dessus de lui. On a alors des terres qui ne sont égoutées qu'au printemps, interdisant les travaux d'automne et d'hiver et qui se dessèchent immédiatement dès que la période pluvieuse du printemps est passée. Ces conditions sont aggravées par le fait que les racines ne peuvent pas descendre jusqu'à des niveaux plus humides.

Le taparas est la cause de la stérilité et de l'inculture presque totale de certaines parties de la Costière, notamment dans les communes de Saint-Gervasy, Redessan, Manduel. Certaines plantations ne sont possibles que quand il a été défoncé, en particulier par les explosifs. Sur le plateau de Garons, en hiver, en retenant l'eau, il rend les communications difficiles. Tout plan de revalorisation agricole tel que celui du Bas-Rhône, devra donc tenir un grand compte de l'extension de cette formation.

Le gapan.

En étudiant le taparas, nous avons indiqué la présence, en relation avec cette formation, et le gress, d'un cailloutis emballé dans de l'argile rouge, où celle-ci est plus ou moins abondante. Quand elle domine, c'est ce que les cultivateurs appellent *le gapan ou sang de bœuf*. Cet aspect rouge du cailloutis est très caractéristique de la Costière et de la plupart des terrasses alluviales de la vallée du Rhône. Il faut cependant indiquer que ce n'est pas du tout le seul aspect qu'y présentent les formations superficielles, nous l'avons

bien marqué. C'est par une sorte de suggestion, due peut-être à cette couleur qui frappe l'observateur que l'on en a fait le type le plus fréquent des terres et des sols. Il en est de même, croyons-nous, pour les terres rouges sur calcaires qui ne sont nullement les seules que l'on rencontre en région méditerranéenne.

La commune de Bellegarde nous a montré plusieurs lieux où le gapan apparaît nettement. Il a certainement donné son nom à la section cadastrale dite de Coste-Rouge. Sur le Grand Plagniol, on le voit dans tous les trous de plantations de vignes faites autour du Mas Saint-Louis. Mais nous le retrouvons dans la plupart des communes de Costière: Vauvert, Saint-Gilles, Beauvoisin, Nîmes, Caissargues. Nous l'avons vu dans les tranchées faites à Mourgue, Baldet, Fontieule, Silex, au sud de Vauvert, on le retrouve à l'extrémité occidentale de la Costière, vers la Tour d'Anglas, comme à l'extrémité orientale, vers Pazac, à Clausonne, etc... En dehors de la Costière, on le voit au sud de Montpellier, près de Grammont, sur les mêmes alluvions rhodaniennes et aussi en Crau.

Le gapan est toujours argileux, il est parfois, mais rarement, calcaire, il est presque toujours sableux et caillouteux, les cailloux qu'il renferme adhèrent les uns aux autres par ce ciment argileux. Le ciment est, naturellement, toujours plus lache que dans le taparas et les cailloux se détachent sous la pression des doigts. Sa couleur rutilante très constante lui a fait donner le nom local de sang de bœuf, alors que le terme de gapan nous paraît rappeler plutôt sa consistance argileuse. Les cailloux emballés dans le gapan sont fortement colorés et perdent difficilement cette teinte, ils en gardent toujours une nuance du rouge, ce qui fait que le gress de surface n'a jamais la couleur du cailloutis que l'on voit, par exemple, dans la gravière. C'est pourquoi, les éléments du cailloutis supérieur gardent encore une patine blonde qui rappelle leur manière d'être ancienne.

Deux analyses faites par Bordas, d'après deux échantillons, l'un recueilli aux Poulets (1), l'autre aux environs de Bellegarde et qu'il a bien voulu nous communiquer lui ont donné les résultats suivants:

(1) V. p. 38. — *Pour les analyses communiquées par Bordas : un fractionnement de l'Association Internationale de la Science du sol et méthode Barbier-Morgan*

LES POULETS		BELLEGARDE
Argile %	23,5	46
Limon	5	9
Sables totaux	69,9	44,2
Sables grossiers	35,6	28,2
Calcaire total	0	0,5
Calcaire grossier	0	0,2
Calcaire fin		0,3

On peut penser que le second est un bon type moyen de gapan. La proportion d'argile peut cependant augmenter sensiblement ainsi que la proportion de calcaire. On peut arriver à la plasticité, cependant l'argile demeure toujours sableuse. L'effervescence à l'acide est parfois vive.

Nous avons déjà marqué que le gapan pouvait être interprété soit comme

un horizon d'accumulation ferrique B1 du sol actuel caractéristique de la Costière

soit comme

un horizon d'accumulation d'un sol ancien.

Nous avons marqué aussi que sans rejeter absolument la deuxième hypothèse, nous préférons le considérer comme un phénomène d'altération métasomatique, sous l'action des agents atmosphériques et des eaux d'infiltrations, à rapprocher de tous ceux qui se produisent à la surface ou près de la surface de toutes les roches émergées, quand elles ne sont pas absolument réfractaires à toute altération, qu'elles soient calcaires ou non : *en somme, une carapace sidérolithique, résultat d'actions physico-chimiques.*

Nous ramenons ainsi le problème du gapan à celui, plus vaste et encore mal élucidé, qui est celui de l'origine des terres rouges dites méditerranéennes.

La présence de cailloux calcaires dans le cailloutis a fait comparer ce gapan à une terre rouge telle qu'on la conçoit d'ordinaire, formée par décalcification et oxydation du fer. Cette idée a été émise par Collot et reprise par d'autres auteurs. Nous ajouterions, comme source, le calcaire contenu dans les lits de sables intercalés, comme on le voit à la Gravière. Mais ce n'est pas ainsi que nous considérons le problème.

Pour préciser nos idées à ce sujet, nous reproduisons ici sur les terres rouges le texte d'une note déjà parue (1) et qui montrera comment deux formations qui ne paraissent se rapprocher l'une de l'autre que par leur couleur peuvent s'interpréter cependant de la même façon.

Nous regrettons encore de ne pouvoir donner toutes les observations faites dans trois ou quatre départements méridionaux, et sur lesquelles s'appuient nos conclusions. Nous avons commencé cette démonstration en 1941 grâce à l'appui de la Société des Sciences Naturelles de Vaucluse, mais les événements de cette époque ne nous ont pas permis de la terminer.

Le terme « *terres rouges* » ne doit pas s'appliquer à toutes les formations meubles de couleur rouge. Il convient d'en exclure les *terrains*, les formations géologiques, d'âges très divers, parfois très anciens, d'origine marine, lacustre, continentale... dûs, pour une grande part, aux phénomènes de la « *diagenèse* » et dont la caractéristique, commune et principale, est d'être stratifiée.

Il reste, après cela, un ensemble varié de dépôts meubles et de couleur rouge, *non stratifiés*, que l'on rencontre sur presque toute la surface des régions de calcaires compacts de divers âges, de l'Urgonien surtout, de la basse vallée du Rhône (Gard, Vaucluse, Bouches-du-Rhône). On les retrouve dans des régions voisines, comme les Causses jurassiques. Ce sont, suivant les lieux, des poches d'alluvions caillouteuses ou sableuses, des limons, des dépôts éoliens, des argiles surtout, s'étalant en désordre sur la surface des plateaux calcaires ou remplissant les cavités karstiques.

Ce sont aussi des dépôts résiduels, des sédiments pauvres : quartz, quartzites, silex, grès, matériaux ferrugineux (sidérolithique); une sorte de résumé de l'histoire géologique de la région considérée.

Cet ensemble, toujours plus ou moins rutilant, montre des matériaux de deux sortes. Les premiers peuvent être empruntés à la roche qui, dans la région, supporte l'ensemble, c'est-à-dire, en général, au calcaire; leur nature est argileuse et ils peuvent justement être considérés comme de « *l'argile de décalcification* ». Ils sont franchement rouges, parfois jaunes. Les seconds, plus ou moins colorés, proviennent d'ailleurs que de la roche calcaire; ils sont constitués surtout par des minéraux résistants, tels que les quartz, ils sont détritiques, quelle que soit leur taille, et ils ne peuvent pas être considérés comme provenant de la décalcification. Nous les désignons sous le nom de « *complexe détritique* ».

(1) Collot. Pliocène et quaternaire du Bas-Rhône. Bulletin de la Société Géo. France, 4^e série 1904, pp. 400-416.

Marcelin (P). Sur le problème des terres rouges. Bull. Soc. Languedocienne de Géographie, 1941.

Marcelin (P). Terres et sols rouges des régions calcaires du Gard et de Vaucluse. Bulletin Société d'Etude Sciences Naturelles de Vaucluse, 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e trimestres 1941.

Ces matériaux de l'un et de l'autre type se présentent à l'état de mélange intime parce qu'ils ont été transportés, remaniés, brassés, de proche en proche: leur ensemble est le résultat d'incessantes actions colluviales.

Si l'on réserve le nom de « *terres rouges* » aux matériaux du premier type, on ne trouvera, dans la nature, que très peu de dépôts présentant, dans leur pureté, les caractères de ce type, ce ne seront que des accidents locaux, qu'il faudra choisir, et qui ne s'imposeront pas à l'observation. On laissera de côté une grande quantité de dépôts dont l'importance est considérable à toutes sortes de points de vue théoriques et pratiques: celui de l'étude des sols en particulier.

C'est pourquoi, prenant les faits tels qu'ils sont, nous appelons « *terres rouges* » ce mélange complexe et jamais stratifié de matériaux des deux types: argile de décalcification et éléments étrangers au calcaire. En d'autres termes, nous représenterons les terres rouges par la formule suivante:

Argile de décalcification + complexe détritique D.

L'argile de décalcification résulte de l'attaque du calcaire par l'eau contenant de l'acide carbonique, attaque augmentée par la présence de l'argile elle-même, considérée comme un acide aluminosilicique, en suspension dans l'eau.

Cette attaque se fait essentiellement dans les cavités karstiques en activité, par le fait d'un climat particulier (microclimat humide) et du temps considérable pendant lequel le calcaire peut être en contact avec l'eau.

Elle peut se produire particulièrement dans les cavités remplies de matériaux meubles et perméables, condition également favorable à la longueur du temps d'attaque.

Elle peut aussi se produire près de la surface, sur le sous-sol, sous des revêtements de terrains ou de sols, toujours meubles et perméables; ici peuvent intervenir les solutions organo-minérales dites « *solutions des sols* ».

L'attaque qui se produit en surface est insignifiante par rapport aux attaques profondes, à cause du temps très court pendant lequel elle se produit et du climat sec de notre région méditerranéenne.

L'attaque du calcaire ou *décalcification* n'est que le prélude de la production de l'argile de décalcification. Elle libère d'abord le matériel d'où viendra l'argile.

Ce matériel est constitué par d'autres éléments détritiques ou de néoformation, qui sont dans un état extrêmement dispersé et qui ont été incorporés au calcaire ou se sont produits pendant le temps de sa formation diagénétique: quartz, silice, aluminosilicates, argile, oxydes et sulfures de fer, glauconie...

Continuant à subir l'action de l'eau et de ses acides, ce matériel donne de l'argile par le mécanisme de l'altération des aluminosilicates et de la « *kaolinisation* ». Le quartz détritique, la silice de néo-formation et celle qui provient de la destruction des aluminosilicates, viennent s'ajouter à l'argile kaolinique ou argile minéralogique et à l'argile que pouvait déjà contenir le calcaire pour donner de l'argile géologique.

La plupart de ces éléments sont dans le même état colloïdal essentiellement caractéristique de l'argile.

En fait, la production de l'argile de décalcification, quand elle n'est pas la simple libération de l'argile contenue dans le calcaire, n'est qu'un cas particulier de la kaolinisation « le plus général des processus d'altération ou de décomposition auxquels les colloïdes minéraux doivent leur existence » (P. Urbain).

Le résultat de l'attaque qui commence par la décalcification est la production d'un complexe argileux que nous appellerons « *complexe X* » parce qu'il est difficile de préciser la nature minéralogique très variable de ses constituants. La formule qui définit les terres rouges devient ainsi:

Complexe argileux X + Complexe détritique D.

Dans les cavités karstiques, dans les poches de remplissage sous les terrains meubles et perméables, le complexe détritique D subit, à son tour, dans ses éléments silicatés s'il en possède, la même transformation kaolinique et l'ensemble prend aussi, de plus en plus, un caractère argileux.

Quant à la couleur de la terre rouge, elle est due au phénomène général de la « rubéfaction », observé bien souvent dans la plupart des roches et qui est produit d'une manière encore obscure, soit par l'état d'oxydation et d'hydratation du fer, soit par l'évolution des solutions colloïdales dans lesquelles se trouvent ses composés. Elle n'est pas liée à la quantité du fer, mais à son état. Elle apparaît d'ailleurs dès la libération du résidu par décalcification. La décomposition de la glauconie et de la pyrite augmente la quantité de fer oxydé disponible.

Les différences qui peuvent exister entre la composition du résidu libéré, en un point quelconque de la roche calcaire, et celle des terres rouges s'expliquent par le fait que celles-ci ne sont jamais formées uniquement avec des matériaux locaux. Ce sont, au contraire, des matériaux venus de loin, de proche en proche, de toutes les époques, parfois fort anciennes, qui fournissent les éléments des terres rouges.

Elles subissent un enrichissement continu, tant qu'elles sont en contact avec l'eau, en particulier pour les composés du fer, par la « diffusion » de suspensions colloïdales.

Celles-ci empruntant les fissures microscopiques et pénétrant même dans la masse de la roche voisine, enrichissent le calcaire lui-même en éléments ferrugineux et argileux, préparant ainsi un nouveau matériel pour les terres rouges.

Ainsi se résoud également la difficulté du temps considérable qu'exigerait la production des couvertures continues de terres rouges, sur de vastes surfaces, par la destruction des masses calcaires qui offrent à peine, parfois, 1 % de résidu.

Pour si résistantes que puissent être les surfaces planes et les formes karstiques où s'accumulent les terres rouges, elles n'échappent pas à l'action de l'érosion normale qui, grâce aux mouvements eustatiques ou orogéniques, arrive à vider peu à peu les cavités de leur contenu et à le répandre sur des surfaces inférieures. Il reste à l'état de couverture ou bien il est entraîné vers les rivières, ou bien encore, il disparaît à nouveau dans d'autres cavités karstiques.

Pour la plupart des auteurs, il n'y a de terres rouges que sur le calcaire. Pour nous-même, la décalcification et l'altération du résidu et du complexe détritique dans les cavités karstiques, la conservation des terres rouges, dans ces cavités ou sur les pénéplaines calcaires, ont une importance de premier ordre pour des masses considérables de terres rouges.

Mais la notion de terres rouges n'est pas, pour nous, absolument associée à l'existence des calcaires ; ceux-ci constituent pour celles-là un milieu particulièrement favorable, mais non pas indispensable.

S'il n'en existe que sur les calcaires purs, compacts et durs, et non sur des calcaires impurs et tendres, tels que les marno-calcaires, c'est peut-être à cause de la nature particulière de leur résidu, mais c'est surtout parce que ces roches ne se prêtent pas à la conservation et à l'évolution du résidu, parce qu'elles résistent très peu à l'érosion normale et ne sont pas conservatrices des dépôts qui les recouvrent comme les cavités karstiques ou les surfaces planes sur roches dures.

Le fait principal dans la production des terres rouges étant l'altération des silicates et la rubéfaction, nous ne pouvons que les rapprocher des matériaux argileux et fortement colorés en rouge, formés, eux aussi, sur des roches où les alumino-silicates sont toujours présents et parfois abondants, telles que les schistes métamorphiques, les roches granitoïdes et éruptives, les sables, les alluvions, les loess. Ces matériaux diffèrent des terres rouges des régions calcaires par la composition de leur complexe détritique, réduit aux éléments inaltérés de la roche, par leur aspect, par leur situation, par le fait qu'ils sont généralement en place et passent insensiblement à la roche intacte. Ils s'en rapprochent par la même formation d'argile rouge, par leur complexe argileux, résultat de la kaolinisation. Ils ne sont, en somme, qu'un autre cas particulier d'un même phénomène : *altération des silicates et mobilité des solutions ou pseudo-solutions ferrugineuses*.

Les terres rouges de tous les types sont dues, d'une part, aux phénomènes de métasomatose (décalcification, kaolinisation, diffusion, hydratation...), d'autre part, aux phénomènes de géodynamique externe (karstiques, colluviaux). Dans les uns comme dans les autres, les facteurs biologiques, s'ils interviennent, ne sont nullement essentiels. Elles ne sont pas dues à des phénomènes étroitement liés à l'existence de la vie animale et végétale, tels que ceux qu'étudie la Pédologie.

Les terres rouges sont présentes dans toute la région méditerranéenne. Mais elles ne lui sont pas particulières et elles la débordent largement. Elles pénètrent jusque dans la zone tropicale où dominent les latérites, les allites. Dans le domaine des siallites, zone subtropicale et tempérée, elles ne sont limitées que par la présence des sols humiques, favorisés par des climats plus froids et plus humides. L'humus de ces sols masque ou fait disparaître leur couleur.

D'ailleurs, ce n'est pas le climat de la surface qui nous paraît essentiel : c'est le microclimat karstique, différent du climat général et même régional, et le climat du sous-sol qui sont les véritables facteurs de la production des terres rouges.

Les terres rouges ne sont pas caractéristiques d'un âge géologique quelconque, cet âge est, pour chaque cas, compris entre celui de la surface qui les porte et l'époque actuelle. Des formations semblables se retrouvent à toutes les époques. Elles indiquent seulement des conditions continentales et des climats compris entre les climats froids et humides et des climats tropicaux. Les terres rouges sont une récurrence de faciès lithologique, telle que, par exemple, le faciès gréseux ou le faciès carboné.

Les terres rouges, telles que nous venons de les définir, dans leur état de pureté et dans leurs gisements profonds, ne contiennent jamais d'humus et ne présentent pas la structure en agrégats que présentent tous les sols. Pour ces raisons et pour tout ce que nous avons dit, les terres rouges ne peuvent donc être considérées comme des sols au sens généralement admis que la Pédologie donne maintenant à ce mot. Ce sont des formations géologiques, des *roches*, qui peuvent, si les conditions sont favorables, devenir les *roches-mères* de certains sols dont l'étude relève essentiellement de la Pédologie. Parce qu'elles sont meubles et souvent perméables, elles se prêtent facilement à la formation du sol; ce sont donc, non des sols mais des terres et il convient de leur garder le nom que l'usage leur a donné : *terres rouges*. Une raison principale des divergences qui existent entre les auteurs au sujet des terres rouges vient essentiellement de ce qu'on n'a pas distingué les terres rouges des sols qu'elles supportent.

Produit d'actions « physico-chimico-biologique », le sol dont les terres rouges sont les roches-mères est très sensible aux influences climatiques : générales, régionales, microclimatiques. De même, dans ses variétés, est-il en relations étroites avec les formations et les associations végétales.

En région méditerranéenne, les terres rouges, sur calcaire ou sur roches silicatées, ou bien ne portent pas de sol ou bien portent un sol pauvre en humus et fortement coloré, distinct des autres types de sols et que nous proposons d'appeler *sol rouge*. Mais même dans cette région, si un microclimat d'ombre et d'humidité le permet, le sol se charge d'humus et la coloration rouge s'atténue jusqu'à disparaître et fait place à des teintes foncées allant jusqu'au noir. Dès que l'on quitte la région méditerranéenne, ce phénomène se généralise. Mais, là aussi, si le climat régional est aride, la coloration rouge peut persister. Il va de soi que si le sol est enlevé, la roche-mère apparaît avec sa coloration originelle.

Cette manière de considérer les terres rouges et le sol qu'elles supportent s'oppose évidemment à ce que les terres rouges soient assimilées à un horizon illuvial, dû à des solutions descendantes venant d'un horizon de surface ou à des solutions ascendantes venant de la roche sous-jacente. Elle s'oppose, de même, à ce qu'elles soient considérées comme un sol dégradé ou comme un sol fossile.

Les migrations des bases et de l'humus ne se prêtent pas à l'observation directe dans les profils de sol rouge et ne peuvent être mises en évidence, si elles existent que par l'analyse. S'il y a souvent des concrétions calcaires dans les terres rouges (croûtes, poupées), elles ne constituent jamais un horizon continu et on n'en rencontre jamais dans le sol rouge. Elles ne

sont d'ailleurs qu'un des aspects habituels du matériel karstique. Il n'y a jamais, non plus, de concrétions ferrugineuses dans le sol rouge et quand il y en a dans les terres rouges, ce qui est fréquent, elles sont toujours d'origine détritique, lointaine et ancienne.

En dehors de la région méditerranéenne, ou dans les limites de celle-ci, mais dans des conditions microclimatiques favorables (ombre, altitude), le sol rouge passe à des sols humiques à un ou deux horizons que l'on peut rapprocher des sols bruns forestiers.

Les sols qui se forment sur les calcaires tendres, d'où les terres rouges sont absentes, tels que les marno-calcaires, sont du type général des Rendzines quand les conditions sont favorables à la conservation de l'humus.

On voit par ce qui précède quelles analogies existent entre les terres rouges formées sur le calcaire et les matériaux pareillement argileux et ferrugineux formés sur d'autres roches bien différentes: granites, schistes métamorphiques, basaltes, alluvions caillouteuses, loess, etc... Parmi ces matériaux, nous placerons donc les cailloutis rouges, le gapan de Costière.

De même que sur les terres rouges formées sur calcaires peuvent, à l'époque actuelle, se former des sols, au sens propre du mot, de même il pourra s'en former sur les cailloutis rouges, comme sur les cailloutis blancs. Il va de soi que dans le premier cas ils garderont la couleur des matériaux sur lesquels ils se forment.

Ces matériaux, calcaires ou cailloutis altérés, sont pour nous des roches-mères et non des sols, de même qu'une arène granitique, résultat de la décomposition du granite, est une roche-mère pour les sols forestiers du Massif de l'Aigoual.

On peut, si l'on veut, en remarquant que ces terres rouges de Costière ont porté une végétation alors qu'elles constituaient la surface de dépôts caillouteux, les considérer comme des sols anciens ou fossiles.

Mais il nous semble que l'on s'écarte ainsi de la définition qui est à la base de la Pédologie actuelle.

Nous avons dit comment nous concevions le mécanisme de la libération, puis de l'attaque du résidu silicaté des roches calcaires. Dans le cas des cailloutis rouges, c'est dans les grains limoneux ou de sables fins qu'il faut chercher, par hydrolyse des silicates, la source de l'argile et du fer du gapan. C'est dans les systèmes les plus dispersés que la production de l'argile est la plus facile. Ces éléments fins ne sont pas abondants dans les gress, cependant nous voyons qu'ils ne sont pas absents des cailloutis rouges, par exemple:

9 % de limon, 16 % de sable fin aux Poulets dans un milieu déjà riche en argile: 45 %.

Il est évident qu'ici le complexe détritique sera considérable tandis qu'il tend vers zéro dans certains calcaires. On peut trouver aussi une autre source de production de l'argile dans la décomposition des roches granitoïdes, attestée par la présence de certaines roches pourries et dans l'attaque directe de petits enduits de schistes métamorphiques qui tapissent les fissures de certains cailloux quartzeux d'origine cévenole.

En exposant nos idées sur la formation des terres rouges au dépens du calcaire, nous avons montré comment leur production se faisait en profondeur, dans ces cavités karstiques, beaucoup plus qu'à la surface. Par contre, nous admettons la possibilité de cette production à la surface des roches perméables, telles que les alluvions à cause de leur extrême division qui multiplie la puissance d'attaque, ou de roches facilement décomposables, telles que certaines roches granitoïdes. Ceci, d'ailleurs, n'exclut pas la possibilité de la formation de l'argile rouge sur de telles roches en profondeur, sous une couche aujourd'hui disparue telle qu'un loess ancien par exemple, ou même sous un sol forestier. Dans les deux cas, l'infiltration de l'eau est retardée et l'altération augmente en raison directe de l'importance de ce retard. Elle peut se faire aussi dans la zone de balancement des nappes phréatiques.

Enfin, on voit que nous associons la production de cette terre rouge à l'importance des phénomènes de remaniement et d'altération superficielle qui se sont exercés sur la surface des masses alluvionnaires rhodaniennes. Une surface alluviale, contenant du matériel silicaté, sous un climat donné qui ne doit être ni tropical, parce qu'il s'y formerait alors de la latérite, ni tempéré humide, parce qu'alors l'humus masquerait les couleurs, doit se recouvrir d'une couche plus ou moins épaisse, toujours très irrégulière et capricieuse, de terre rouge, ravinant le substratum, si l'érosion ne vient pas trop vite, ou trop souvent, interrompre le processus.

Au cours des temps géologiques de telles altérations continentales se sont fréquemment produites sur des surfaces rocheuses variées. Ce sont elles qui ont fourni les matériaux rouges que l'on trouve en particulier dans les dépôts triasiques où ils proviennent de la chaîne hercynienne ou dans les dépôts cénomaniens, éocènes, oligocènes, ou ils proviennent de l'isthme durancien. Le gapan est pour nous une des dernières récurrences de ce phénomène général.

Cette hypothèse s'accorderait avec la notion d'une évolution continentale très accentuée sur ces surfaces alluvionnaires.

Après la formation du gapan, cette évolution ne s'est pas arrêtée. L'érosion l'a enlevé sur certains points, ce qui explique l'irrégularité de sa distribution. Sur d'autres points, il a été recouvert par des matériaux de ruissellement, de glissement, de creeping. Des colluviums variés se sont déposés sur lui, parfois des cailloutis, débarrassés de l'argile et devenus blonds, c'est le cas général sur les plateaux, sur les pentes légères. Sur les surfaces de la périphérie de la Costière que nous considérons comme des sortes de plaines de piedmonts, le recouvrement a été plus compliqué, en particulier, à l'ouest, parce que là ce sont les sables jaunes qui ont coulé avec facilité et ont donné naissance à des limons grossiers mêlés de cailloutis.

On voit par exemple, entre Vauvert et Beauvoisin, dans le ruisseau des Parties, des coupes semblables à celle-ci :

<i>Lehm jaunâtre décalcifié</i>	0 m. 50
<i>Lit de cailloux</i>	0 m. 30
<i>Lehm calcaire</i>	0 m. 80
<i>Lit de cailloux.</i>	

Un puits dans le chemin des Plainnes, non loin de là, montre la couche supérieure marneuse de l'Astien sous 0 m. 50 de lehm jaunâtre décalcifié avec des lits de cailloux.

Sur le chemin allant de Vauvert à la Tour d'Anglas, on voit les couches suivantes :

Lehm jaunâtre.
Terre grise avec cailloux.
Terre rouge avec cailloux.
Croûte calcaire.
Sables de l'Astien.

Il serait facile de donner de nombreux exemples de ce genre de recouvrements, d'ailleurs très variés.

Quand cette argile rouge est superposée aux sables jaunes, elle les teinte fortement en rouge et sur le front des coupes, de longues trainées rouges descendent de l'horizon supérieur. Elle apparaît ainsi comme douée de vives propriétés colorantes, ce qui vient de sa nature colloïdale et confirme ce que l'on a constaté pour les terres rouges provenant du calcaire que l'intensité de leur coloration n'indique nullement leur richesse en fer. Elle apparaît aussi comme douée de propriétés acides et ayant joué un rôle dans la décalcification des couches de sables jaunes qui lui sont immédiatement inférieures.

Dans toute cette partie de la Costière, dans les communes de Vauvert, Générac, Beauvoisin, où affluent largement les sables jaunes, on ne trouve jamais de terre rouge sur le sable jaune quand celui-ci n'est pas recouvert du cailloutis libre. Quand le sable affleure seul, il est recouvert, si les conditions sont favorables à la production et à la conservation d'un sol, par un sol légèrement plus foncé que la roche-mère. Dès que les cailloutis se mélangent à la partie supérieure du sable, la teinte rouge apparaît brusquement et le sol, s'il se forme, est dominé, comme toujours, par cette couleur. A peine est-elle atténuée dans les points recouverts par la forêt.

Cette localisation des terres rouges sur matériel siliceux est un des traits les plus caractéristiques des formations superficielles en Costière. Elle vient, nous semble-t-il, confirmer notre interprétation générale des terres rouges qui, pour nous, ne sont pas liées à la décalcification, mais bien aux phénomènes courants de kaolinisation et de rubéfaction.

Il resterait à expliquer pourquoi les sables jaunes étant à la fois calcaires et siliceux ne donnent pas de terres rouges. Il est probable que nous sommes là devant le même cas que celui des calcaires marneux qui ne s'altèrent que très rarement en rouge. Nous avons vu des exceptions à cette règle, ailleurs qu'en Costière, cependant, nous ne sommes pas assurés que dans ces cas il n'y ait pas quelques restes de nappes alluviales.

Le gapan joue, au point de vue agronomique, un rôle que rappelle un peu celui du taparas. Il ferme aussi la terre à l'eau et aux racines, mais d'une manière bien moins absolue. Il a, d'autre part, une propriété particulière qui le fait craindre par les agriculteurs, c'est que, si on le ramène en surface par défonçage, l'argile est lessivée par l'eau d'infiltration, elle descend et colmate à nouveau le sol : le gapan est reformé. Ce phénomène peut être très rapide, alors que le taparas, une fois ramené à la surface, ne se reforme plus, le cas du moulin de Genesy, dans la vallée du Vistre, nous paraissant être un cas très particulier.

Quand il est assez épais, assez sableux et peu caillouteux, il peut donner d'assez bonnes terres. Sous le Mas des Mongettes (commune de Vauvert), on voit ainsi des cultures maraîchères sur gapan. Mais c'est un cas assez rare. Il convient de dire d'ailleurs que ces distinctions que nous introduisons entre les divers cailloutis blancs, rouges et blonds,

qui sont le témoignage de phénomènes très différents, ne se manifeste guère au point de vue agronomique, à part cette gêne apportée par un gapan trop épais, la vigne, qui est, ou devrait être la richesse de ce pays, ne se soucie guère, au moins en apparence, de ces différences et la culture en fait de même.

Terres loessiques.

Parmi les recouvrements du gress, blanc, blond, ou rouge, le plus fréquent et le plus répandu en Costière est celui d'une terre fine connue des agriculteurs de Costière, sous le nom de *pouparasse*. Elle se voit sur divers points de la commune de Bellegarde et plus particulièrement sur toute la surface du plateau de Garons comme nous l'avons dit en parlant de la ligne blanche et du taparas.

C'est une roche meuble, jamais stratifiée, assez consistante en masse, mais qui s'effrite avec la plus grande facilité, sous les doigts, elle s'en va en poussière et ne laisse rien dans la main. Elle est de couleur jaunâtre et grisâtre, généralement calcaire, avec des teneurs de 15 à 20 %. Elle n'est pas argileuse dans son état primitif et elle est composée par une poussière de grains de quartz et de calcaire dont les dimensions les plus grandes sont d'environ 0 mm. 1. Enfin, elle contient presque toujours des concrétions irrégulières de calcaires, *poupées*, qui peuvent être de très petite taille : 1 cm. et même moins, ou bien atteindre 0 m. 10, 0 m. 15 de longueur et de fines mouchetures blanches de ce même élément (*pseudomycélium*). Il s'agit évidemment d'un limon et nous avons pensé qu'il ne pouvait s'expliquer que par un transport éolien. La nature de la roche et son allure topographique, ce manteau s'étendant sur les plateaux, les pentes et le fond des vallées ne pouvait faire penser à autre chose qu'à un limon loessique.

C'est ainsi que nous l'avons désigné dans les coupes où nous avons eu à étudier le taparas.

Etant donné l'importance des problèmes que posent ces limons dans une région où ils n'avaient jamais été signalés avant nous, nous avons cru pouvoir, comme pour les terres rouges, donner le résumé de nos observations sur les loess dans le Gard.

Nous croyons avoir été le premier à démontrer l'existence et l'importance du loess dans le Gard et, en fait, dans la basse

vallée du Rhône (1). La croyance, un peu simple, mais assez répandue que le loess est localisé dans les régions voisines des fronts glaciaires, faisait écarter la possibilité de son existence dans une région aussi démunie que la nôtre de toutes traces anciennes glaciation. Les géologues qui avaient observé des limons fins, calcaires jaunâtres, qui ne pouvaient, en aucune manière, être considérés comme des limons de ruissellement ou d'inondation, se contentaient de les désigner par les lettres conventionnelles Aa1. Ainsi, la feuille d'Avignon 222 de la Carte Géologique de France au 80.000^{me} publiée cependant en 1928, marque seulement les éboulis calcaires « associés à des limons rougêâtres ou jaunâtres, se raccordant à des alluvions anciennes ».

Cependant, Roman, dès 1912, avaient entrevu l'existence du loess. « Au delà du confluent de cette rivière (l'Ardèche), les trois terrasses que nous venons de signaler se repèrent facilement, celle de 15 mètres reposant sur les argiles plaisanciennes porte la ville de Pont-Saint-Esprit et se poursuit très régulièrement vers le Sud jusqu'au massif crétacé de Vénéjean. En remontant la vallée de l'Ardèche, on peut voir cette terrasse surmontée par des cailloutis calcaires d'origine locale avec intercalation d'argile jaunâtre et de limons dont l'aspect rappelle tout à fait le loess de la Vallée du Rhône. La route de Saint-Martin-d'Ardèche montre très bien cette interstratification près de Saint-Julien-de-Peyrolas.

Les dépôts limoneux des pentes ont donné, près de cette dernière localité, des dents et défenses d'*Eléphas intermedius*, récoltés par M. Chiron ». (2)

Mais cette observation n'avait pas entraîné la conviction du géologue de Lyon qui, nous montrant, bien des années après, le loess du Mont Dore lyonnais, doutait encore de l'existence de celui du Gard. Ce doute pouvait d'ailleurs s'expliquer par le fait que les loess qu'il avait observés aux endroits indiqués étaient nettement remaniés.

Pourtant, dès 1926, nous avons indiqué la présence sur une grande surface dans la garrigue nimoise, de limons recouvrant une pénéplaine urgonienne (3). « L'allure de ces limons que l'on voit recouvrir indistinctement le plateau, le flanc ou le fond des vallées, leur nature quartzeuse et argileuse que nous venons de définir, la présence du calcaire en éléments fins concrétionnés (*poupées*), les traces de tiges herbacées en font un véritable loess ».

En 1929 (3), nous retrouvions le loess, en Costière, au sud de Nîmes, sur des cailloutis alluvionnaires rhodaniens, puis à Saint-Martin-d'Ardèche, sur des alluvions de la Cèze, affluent

(1) Marcelin (P). Contribution à l'étude de la garrigue nimoise. Etudes Rhodaniennes II, 1926 (Lyon). Les limons de la garrigue nimoise et leur rôle biogéographique (Compte rendu de la session de Lyon de l'Ass. Franç. pour l'Avancement des Sciences, 1926, p. 655.

(2) Roman (F). Les terrasses rhodaniennes sur les feuilles d'Orange et d'Avignon. Bull. Service Carte Géol. France n° 133, t. XXII, 1912, pp. 200.

(3) Courrière (J) et Marcelin (P). Notes sur la présence du loess en Costière et sur trois sols observés à Valbonne. Bull. Soc. Etude Scien. Nat. Nîmes, t. XLVI, 1928-29, pp. 141-149, 3 fig.

de la rive droite du Rhône et dans la Forêt de Valbonne, près Pont-Saint-Esprit, au Mas d'Auriac, sous un sol forestier de couleur foncée.

En 1930 (1), nous le montrions largement répandu dans cette forêt de Valbonne sur les divers niveaux de l'Albien et du Cénomaniens déposés en bordure de l'isthme durancien. On le voit, notamment, avec plusieurs mètres d'épaisseur, dans la cuvette de la Chartreuse de Valbonne sous la forme d'une grande butte, isolée par l'érosion, et le long de la route de Pont-Saint-Esprit. Là, comme ailleurs, il est souvent mêlé à des éboulis de côteaux.

Le fait de l'existence du loess si loin au sud des Dombes, des environs de Lyon et du Bas-Dauphiné, où il était connu depuis 1858, n'avait pas été accepté sans réserve, ainsi que nous l'avons vu pour Roman. En 1934, Suen Tang Yuet, étudiant ce problème du loess dans la vallée du Rhône, disait, en renvoyant à nos travaux : « Tout récemment, quelques lambeaux de loess ont été « signalés dans la basse vallée du Rhône. Mais géologues et géographes en parlent avec réserve ou avec méfiance même ». (2) Cependant, les recherches de Suen Tang Yuet ont confirmé nos observations. Le loess était connu désormais depuis les environs de Nîmes jusqu'aux régions où il était étudié depuis longtemps. Il se retrouvait ainsi tout le long de la rive droite du Rhône.

Baulig le signalait dès 1927 sur la rive gauche (3) et George (4) l'a observé depuis nos travaux entre Bédarrides et Courthézon sur la terrasse du champ de manœuvre d'Orange, dans le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône. Enfin, Bordas (5) a continué ces recherches et l'a trouvé à Barbentane, sur la Montagnette éocénacée calcaire, à Carpentras sur des alluvions rhodaniennes, au sud du marais des Baux contre le rebord des cailloutis de la Crau et enfin dans la vallée moyenne de la Durance, aux environs de Manosque et de la Brillanne (Basses-Alpes).

Dans le Gard, Suen Tang Yuet, en dehors des points qu'il a visités d'après nos indications, l'a vu dans les vallées de la Cèze, de la Tave et de la Veyre, à Cavillargues, Pognadoresse, Le Pin. Mais c'est incontestablement dans la garrigue nimoise et en Costière que son développement est le plus grand.

Nos observations dans le Gard ont été confirmées encore par Agafonoff qui a bien voulu revoir avec nous les principaux gisements, en particulier ceux de Lédénon, Collias, le Pont-du-Gard, aux environs de Nîmes et ceux de la Forêt de Valbonne et a

(1) Flaugère (A)... L'enseignement de la forêt de Valbonne... Loc. cit. p. 14.

(2) Suen Tang Yuet. Le loess de la vallée du Rhône. Thèse Lyon, Etudes Rhodaniennes, 1934, p. 7.

(3) Baulig (H). La Crau et la glaciation Würmienne, An. de Géogr. XXXVI, 1927.

(4) George (P). La région Bas-Rhône. Thèse Paris 1935, p. 145.

(5) Bordas (J) et Mathieu Reverdy (G). Les sols de la région du Bas-Rhône. Monographie des Stations et Recherches Agronomiques, Paris 1943.

donné, en 1935, le résultat de ses observations et de ses analyses. (1)

Nous avons revu aussi la plupart de ces régions loessiques avec Bordas qui a analysé un certain nombre d'échantillons (2). Des recherches ultérieures nous ont fait retrouver ces limons loessiques, au Mas de Vanel, sur la route de Sauve, à l'ouest de Nîmes, entre Caveirac et Clarensac, et tout récemment dans une situation tout à fait semblable à celle de la Costière, sur les alluvions rhodaniennes à Grammont près de Montpellier. Il déborde donc largement de la Vallée du Rhône.

On peut se demander pourquoi ces étendues presque continues de loess n'avaient jamais été signalées avant nous. Rendant compte d'une excursion de la Section Midi Sud-Est de l'Association Française pour l'Etude du Sol à Collias, en 1935, le Secrétaire de la section, G. Mathieu, écrit : « L'impression qui domine chez nos collègues peut se traduire par la question suivante : comment de pareilles formations loessiques aussi typiques que celle de Collias et autres lieux du Gard ont-elles pu passer si longtemps inaperçues aux yeux des différents savants qui ont étudié la région au triple point de vue géographique, géologique et agronomique ? » (3) Nous pensons que c'est parce que la méthode d'observation sur le terrain des formations superficielles terres et sols, n'a guère été pratiquée et c'est pourquoi nous l'avons exposée un peu plus longuement qu'on ne le fait d'ordinaire.

Coupes typiques.

Le loess peut s'observer en surface sur une grande partie de notre département, mais son épaisseur étant souvent réduite, les bonnes coupes sont assez rares. Nous donnerons quelques détails sur celles du Mas d'Auriac, de Collias, de Lédénon, du Pont-du-Gard, de Marguerittes.

Celle du Mas d'Auriac a été décrite par nous, pour la première fois, en 1929 (4) et a fait l'objet d'une étude d'Agafonoff, à qui nous empruntons les résultats analytiques. (5)

Elle se trouve à l'entrée de la Forêt de Valbonne, sur le chemin qui va de la maison forestière à Saint-Michel-d'Euzet, avant le Mas d'Auriac.

On voit en surface 0 m. 10 de terre brun rouge, puis 0,40 de terre rouge, puis 1 m. 50 d'une roche compacte jaune clair avec tâches et trainées blanchâtres. La première couche est un sol forestier légèrement humique, sous chênes-verts, dont le squelette est fait de débris de calcaire oligocène (calcaire blanc, à

(1) Agafonoff (V). Les sols de France du point de vue pédologique, 2^e partie, les sols azonaux. Annales Agron. Nlle Série, 5^e année, n° 2. Mars, Avril, 1935, pp. 179, 189 (1 fig., 1 photo, 2 tableaux relatifs aux loess.

(2) Bordas (J) et Mathieu Réverdy (G). Les sols de la région du Bas-Rhône.

(3) Mathieu (G). Procès-verbal de la séance du 2 Juillet 1935 de la Section régionale Midi et Sud-Est de l'Association Franç. pour l'étude du Sol. Bull. de cette assoc. t. I, n°2, Octobre 1935, p. 7.

(4) Courrière (J) et Marcelin (P). Notes sur la présence du loess en Costière et sur trois sols observés à Valbonne. Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes 1928-29, t. XLVI, pp. 142-148, 2 phot., 1 fig. 1935, loc. cit. p. 186.

(5) Agafonoff (V). Les sols de France du point de vue pédologique...

Melanoïdes albigensis). La seconde est un ancien sol, dont le squelette est un éboulis de pente avec fragments de grès siliceux et ferrugineux empruntés à quelque horizon au crétacé moyen ou supérieur, vraisemblablement au Cénomanién.

La troisième qui nous intéresse tout particulièrement et dont la hauteur visible est de 1 m. 50 est un loess durci très riche en calcaire, à éléments fins, avec quelques éléments anguleux et grossiers de calcaire, des trainées blanches pulvérulentes de calcaire de néo-formation et des poupées disséminées dans la masse. On observe une croûte calcaire à la partie supérieure sous la couche rouge qui lui communique une couleur rose et une autre couche de croûtes et de poupées de couleur claire à la base.

La richesse en calcaire est d'environ de 63 % pour les poupées, de 72 % pour les croûtes, de 32 % pour le loess. La proportion de sable fin, poussière et argile est de 98 à 99 % pour le loess. Les couches inférieures de la coupe « peuvent être considérées comme un loess typique, contenant environ 99 % de « sable fin et de poussière formé par l'action éolienne. » (V. Agafonoff).

Par contre, le ruissellement paraît avoir joué son rôle dans la formation de ce dépôt, concurremment avec les actions éoliennes, ainsi qu'en témoignent les débris anguleux de calcaires. C'est surtout la couche rouge supérieure qui témoigne de l'importance des actions colluviales. Les migrations du calcaire sont attestées par les amas de calcaire pulvérulents, les poupées et les croûtes. Il est remarquable que le limon loessique est compris entre deux croûtes, l'une supérieure, l'autre inférieure. On n'en peut rien déduire parce que nous ne savons pas quelle est la nature du dépôt en profondeur. Cependant, nous verrons que d'autres coupes montrent également des croûtes à divers niveaux. Ici, il est par conséquent difficile de savoir si ces migrations ont eu lieu de haut en bas ou de bas en haut.

La collaboration rose de l'horizon supérieur s'explique par les propriétés tinctoriales de l'argile rouge, ce qui, pour cette partie de la coupe, indiquerait une migration descendante très limitée.

Nous ferons remarquer qu'une observation superficielle pourrait faire voir dans ce profil un sol à trois horizons : horizon humique, A, A1, horizon d'accumulation argilo-ferrugineux B1, horizon d'accumulation calcaire B2, horizon C, inconnu. Mais la méthode géologique montre tout de suite qu'il s'agit de trois formations superposées et faites, l'une aux dépens d'un calcaire lacustre, l'autre aux dépens de roches gréseuses et la troisième aux dépens d'éléments mobiles sous l'action du vent dont l'origine nous est inconnue.

La coupe de Collias est une des plus intéressantes que l'on puisse voir dans notre région. Elle se trouve sur les parois d'un chemin creux, route de Collias à Vers, à moins de un kilomètre du premier de ces villages. La hauteur est d'environ 7 mètres dans les endroits les plus profonds et nous sommes assurés de pouvoir observer tout le dépôt, puisque l'on peut voir sa superposition en quelques points sur des cailloux roulés du Gardon. La même superposition à ces alluvions peut se voir

auprès du monument aux morts, à la sortie du village, sur la route de Remoulins. La hauteur des alluvions au-dessus du lit du Gardon est en ce point d'environ 10 mètres.

Nous avons étudié, sur place, cette coupe avec V. Agafonoff et elle a été décrite d'après nos observations en commun, et celles que nous avons pu faire auparavant et les analyses du savant pédologue. (1)

En simplifiant la description de la copie, on peut dire qu'en dessous du sol proprement dit, dont l'épaisseur est très variable, mais qui peut atteindre 70 à 80 cm., on observe un limon loessique calcaire jaune pâle qui a environ 5 m., puis sur 2 m. un limon jaune rougeâtre puis rouge, et de plus en plus argileux qui se termine par une croûte calcaire jaune pâle blanchâtre sur des quartzites alluvionnaires d'origine cévenole, déposées par la rivière voisine qui est le Gardon. Dans toute la hauteur de la coupe se voient des poupées de toutes dimensions et de toutes tailles jusqu'à une vingtaine de centimètres et des tubes et concrétions diverses.

Le limon loessique à 1 m. « laisse voir en plaque mince, une
« poussière de calcite et de quartz abondante de nombreux
« grains anguleux de quartz entre 0,2 et 0,5 mm. des grains
« entre 0,5 et 1 mm., en quantité beaucoup plus faible et quel-
« ques grains seulement au-dessus de 1 mm. Les grains plus
« volumineux sont légèrement arrondis. Outre le quartz, le
« limon contient un peu de mica, des fragments d'un calcaire
« granuleux des petites concrétions formées de larges plaques
« de calcite disposées radialement (typiques pour les loess tra-
« vaillés par l'eau des fragments de roches siliceuses, quelques
« fragments d'organismes (Lamellibranches, Bryozoaires)... » (V. Agafonoff).

Les concrétions sont faites de calcite finement grenue et de grains anguleux de quartz avec auréole de calcite secondaire. La croûte est moins homogène que les concrétions, les grains de quartz y sont moins nombreux.

La teneur en calcaire est de 10 à 14 % pour le limon loessique, de 1 à 5 % pour le limon argileux, de 8 à 32 % pour les concrétions et poupées, de 30 % dans la croûte.

La proportion des éléments fins est de 95 à 98 % pour le limon argileux, de 98 % pour le limon loessique. (V. Agafonoff).

Ici, comme au Mas d'Auriac, il est évident que le ruissellement a joué un rôle important dans la formation du dépôt. Cependant la finesse des éléments et la forme des quartz montrent que la première formation de ce matériel est bien d'origine éolienne.

Ces limons loessiques reposent indifféremment sur les calcaires urgoniens au Sud, sur la molasse sableuse Burdigalienne à l'Est et sur les alluvions quaternaires à l'Ouest comme nous l'avons vu. Ils descendent jusqu'à 5 m. environ de la rivière sous forme de limons de plus en plus remaniés. C'est ainsi qu'on les voit sur une terrasse rocheuse à droite et à gauche du Pont de Collias. Au nord on les voit passer par remaniements

(1) Agafonoff (V). Les sols de France au point de vue pédologique, 1935, loc. cit. p. 181-187.

successifs aux alluvions récentes à 2 km. de la vallée de l'Alzon. Si on les suit au sud, on les voit reposer sur les calcaires urgoniens et recouvrir les pentes des hauteurs dans lesquelles est creusé le canyon du Gardon. Leur revêtement n'est pas uniforme, il a disparu sur de vastes surfaces, mais cependant on peut le suivre jusqu'au plateau dominant la rivière où il se termine par une mince pellicule de terre rouge.

Ainsi que le dit Agafonoff, la mollasse budigalienne très voisine de la tranchée de Collias, n'a pas pu former à elle seule les éléments du limon, bien que celui-ci renferme quelques débris d'organismes qui en proviennent certainement. Les alluvions du Gardon ont pu donner les quartz et les silicates. Mais nous dirons plus loin un mot de ce problème.

La présence très nette d'une croûte, au bas de la coupe, indique bien une migration descendante du calcaire. Cependant, les poupées réparties à toutes les hauteurs et très irrégulièrement montrent que cette migration s'est produite aussi dans tous les sens.

Quant à la présence de la couche argileuse rouge, comme au Mas d'Auriac, nous croyons qu'il ne convient pas de l'interpréter comme un horizon d'accumulation, pas plus d'ailleurs que d'en chercher la raison dans un changement climatique. Agafonoff dit très justement : « Ce limon argileux est probablement un produit de ruissellement ayant emprunté ses éléments constitutifs à d'autres roches-mères que celles qui ont fourni les éléments du limon loessique jaune » (1). L'étude des terres rouges nous montrerait que les plateaux calcaires dominant le Gardon ont été depuis une époque géologique très reculée une source de matériel argileux et rubéfié qui n'a cessé de descendre vers les dépressions comme celle où s'est déposé le loess de Collias.

Les considérations de Géologie dynamique nous seront plus utiles dans l'interprétation de la coupe de Collias que le point de vue purement pédologique.

Les environs de Lédénon, petit village situé à 15 km. à l'est de Nîmes, sur les bords de la garrigue éocrétacée, permettent également d'observer les divers aspects du loess qui se voit depuis Cabrières, à 3 km. à l'ouest, en direction de Nîmes. En particulier, une coupe située avant le village sur le chemin qui le met en communication avec la route nationale de Nîmes à Avignon, montre le loess épais de 7 à 8 m. et déposé dans une dépression creusée dans un dépôt d'alluvions caillouteuses rhodaniennes qui forment une petite terrasse dominant topographiquement la coupe.

Celle-ci montre environ 1 m. de loess remanié, y compris un sol remué, puis 3 m. de loess pur avec poupées, avec un horizon d'accumulation à la base avec croûtes et poupées, puis 0 m. 50 environ de terre rouge. Le tout repose sur un éboulis de coteaux à éléments calcaires anguleux provenant du calcaire éocrétacé (Hauterivien) avec des cailloux de quartz et quartzites empruntés aux alluvions rhodaniennes. On peut voir aussi le loess très fin

(1) V. Agafonoff. Sols de France au point de vue pédologique.

et sans mélange, au sud-ouest de Lédénon, le long du chemin qui va à Cabrières, contre les pentes urgoniennes. Une autre coupe prise non loin de là sur le bord de la route nationale de Nîmes à Avignon, au km. 5,4, un peu avant le chemin dont nous venons de parler, montre une belle épaisseur de croûte calcaire blanchâtre, sur une couche de terre rouge avec poupées, le tout surmontant l'éboulis de côteaux à éléments calcaires. Elle paraît semblable à la précédente, mais elle est amputée de l'épaisseur du loess. Celui-ci, en effet, disparaît facilement par érosion, ainsi qu'on le constate partout.

On voit que ces quatre coupes ont quelques caractères communs : superposition du loess à des éboulis de côteaux ou à des alluvions remaniées, présence d'un ou de plusieurs niveaux d'accumulation calcaire et d'un niveau rouge argileux. Mais elles diffèrent par la position de ces niveaux. L'argile rouge est en haut au Mas d'Auriac, à la base et sur la croûte, à Collias, à la base et sous la croûte à Lédénon. La croûte est en haut et en bas à Auriac, en bas sous l'argile à Collias, en bas sur l'argile à Lédénon.

C'est pourquoi nous croyons que l'apparition de l'argile rouge est due à des phénomènes externes par rapport au dépôt considéré. C'est ainsi qu'on peut voir, près de la glacière de Marguerittes, à 7 km. de Nîmes environ, sur la route d'Avignon, des terres rouges mêlées à des éboulis de côteaux, qui proviennent de mollasses miocènes altérées et rubéfiées, ce miocène ayant vraisemblablement recouvert la garrigue nimoise ainsi que l'indique Georges d'après nos observations et celles d'autres auteurs. L'origine extérieure du dépôt est ici évidente. Pour la migration du calcaire, attestée aussi par la présence des poupées à divers niveaux, c'est bien un phénomène interne, d'ailleurs postérieur à la mise en place du niveau rouge, mais il est très irrégulier. On peut voir, par exemple, sur la route de Nîmes à Sauve, entre le Mas de Provence et le Mas de Vanel, une coupe qui montre une terre jaune colluviale à cailloux calcaires anguleux, un niveau d'accumulation calcaire enrobant de petits cailloux et une terre rouge argilo-calcaire qui est un loess altéré, contenant des nodules de calcaire concrétionné enrobant de l'argile rouge. Les exemples de ces migrations du calcaire dans des couches perméables sont très nombreux et très divers. On peut les observer, sur la route de Nîmes à Alès, un peu avant le village de la Calmette, dans des alluvions gardoniennes anciennes, largement rubéfiées, qui supporte un bois de chênes verts, chênes pubescents et pins pignons. Les poupées sont nombreuses dans la masse des alluvions, on le voit aussi dans toutes les carrières ouvertes dans les sables jaunes du Pliocène Astien, où le calcaire donne non seulement des poupées mais consolide aussi des bancs qui deviennent gréseux. Cette migration du calcaire se voit encore dans les dépôts sableux qui comblent en partie les grottes de la vallée urgonienne du Gardon, en particulier la grotte de Campefiel. Ici ne saurait aucunement être question de phénomènes propres au sol, le mécanisme est purement géologique. Dans cette migration du calcaire, la formation des croûtes devrait nous retenir tout particulièrement. Elles se rencontrent sur de grandes surfaces, au sud du Gard, et nous venons de les voir en Costière. Il est bien rare qu'une coupe quelconque n'en montre pas

d'exemple, si elle est faite dans des roches meubles. En dehors de celles que nous avons citées, nous pouvons marquer, aux environs mêmes de Nîmes, au nord de la route qui longe le champ d'aviation, un vallon aux formes molles dessiné dans le calcaire Eocrétacé qui montre un remplissage d'éboulis de coteaux à très gros éléments mélangés d'un peu de terre fine jaune ou rouge. Sous le sol, brunâtre et grossier, ayant environ 0 m. 30, se voient sur diverses coupes des traînées grossièrement parallèles de calcaire blanchâtre, non pulvérulent, mais s'effritant sous les doigts et qui constituent un horizon de croûte. De très belles croûtes recouvrent aussi des éboulis de coteaux calcaires, sur le chemin qui va de la gare de Saint-Gervasy (ligne Nîmes à Beaucaire) à Cabrières. On peut, pour les croûtes, hésiter davantage que pour les poupées et y voir des horizons pédologiques d'accumulation calcaire, nous voulons dire des horizons liés à l'existence d'un sol au sens strict du mot. Nous pensons seulement que la preuve n'en est pas faite. On voit que nous retrouvons ici les phénomènes que nous avons décrits à propos du taparas qui se lie, nous l'avons dit, à ces croûtes.

Il en est de même pour les diverses hypothèses que provoque la présence des couches rouges ou des croûtes dans les limons.

Suen Tang Yuet qui a remarqué comme nous que les couches rouges peuvent se trouver soit à la base, soit dans le milieu, soit au sommet des coupes loessiques (1) pense qu'elles sont toutes fossiles et produites pendant des périodes interglaciaires. De nombreuses explications climatiques de ce genre ont été proposées, citons, par exemple, une toute récente note de Frank Bourdier. (2)

Pour les croûtes, Agafonoff qui les a étudiées avec beaucoup de soins en Tunisie, pense que dans ce pays « il faut reculer la formation de ces croûtes puissantes à l'époque la plus sèche au quaternaire probablement à l'époque chelléenne... la croûte... se serait formée à une des époques du quaternaire où l'insolation était assez forte pour créer dans la roche-mère un courant ascendant des solutions et suspensions constituées en grande partie par du CO_3CA ». (3)

Pour Suen Tang Yuet : « Pendant la période interglaciaire, « la surface de toutes les formations meubles a été profondément décalcifiée, le loess est venu la recouvrir ensuite. Mais « ce phénomène allait recommencer avec la période interglaciaire suivante: la partie supérieure du loess s'altérerait à son « tour, et les eaux d'infiltration, tout en traversant la masse « loessique, dissolvaient la chaux, et la ramenait jusqu'à la surface altérée du substratum, celui-ci étant imperméable, retenait le sel, blanchissait et se cimentait de nouveau ». (4)

(1) Suen (Tang Yuet). Le loess... Loc. cit. p. 133.

(2) Bourdier (Frank). Observations à une communication de M. Thorral sur le quaternaire de Monaco. Compte rendu somm. Soc. Géol. Franç. n° 73, Avril 1946, p. 127.

(3) Agafonoff (V). Sols types de Tunisie. Extrait des Annales Bot. et Agr. de Tunisie, Tunis, 1937, p. 328-326.

(4) Suen (Tang Yuet). Le loess... Loc. cit. p. 124.

D'autres explications ont été données qui font appel à des considérations phytogéographiques, aux relations des associations et formations végétales avec la partie superficielle de l'écorce terrestre.

Nous ne méconnaissons ni l'intérêt, qui est très grand, ni l'utilité, comme moyen de travail, de ces hypothèses. On ne peut pas toujours éviter l'explication, sous peine de ne pas faire œuvre scientifique. Mais nous faisons les mêmes réserves que pour l'interprétation du taparas ou du gapan en Costière.

En effet, très souvent, ces explications ne cadrent pas avec les observations, dès que celles-ci sont suffisamment répétées. De plus, on fait appel à des faits tels que ceux des climats des périodes glaciaires et interglaciaires qui sont, eux-mêmes, très discutés, et on se trouve souvent entraîné dans des cercles vicieux. Nous avons vu, par exemple, qu'il est fallacieux de s'appuyer sur la présence de formations éluviales rouges pour en déduire les caractéristiques d'un climat

Divers aspects du loess.

Ces diverses coupes nous ont montré un loess épais remanié et déposé dans des dépressions. On le voit de la même façon en Costière, sur des alluvions rhodaniennes, vraisemblablement remaniées elles aussi. Malgré leurs différences, ces dépôts constituent ce que nous appellerons le *loess des dépressions*. Le *loess des plateaux* présente d'autres faciès, on le trouve soit sur les grandes pénéplaines calcaires urgoniennes, garrigue de Nîmes, ou de l'Uzègeois, soit sur les surfaces planes, sur les alluvions siliceuses rhodaniennes de Costière, en particulier sur le plateau de Garons. Dans les deux cas, il n'est jamais aussi épais que dans les dépressions. Mais il est toujours plus pur.

Sur les pénéplaines calcaires, les coupes sont extrêmement monotones, du Nord au Sud du Gard. On voit toujours une épaisseur variable ne dépassant guère deux mètres et reposant sur le substratum calcaire. Aucune différenciation dans la hauteur, ni croûtes, ni couche rouge, tout est de couleur jaune pâle ou jaune légèrement rougeâtre. Les poupées sont peu abondantes et de toute petite taille, pas de concrétions, ni de tubes. Aucun élément étranger dû au ruissellement ne se manifeste. On ne voit guère ici d'autre origine pour ce dépôt que la seule action du vent. Le dépôt est toujours calcaire, de la même façon dans toute la hauteur. Non seulement les phénomènes extérieurs n'ont eu par la suite aucune action, mais encore dans le dépôt, les phénomènes de lessivage et d'accumulation paraissent réduits au minimum.

Cependant, ces loess des plateaux posent un problème du plus haut intérêt. C'est celui de leur passage en surface à la terre rouge, dite méditerranéenne. Nous n'avons pas vu ce passage dans les coupes précédentes, au Mas d'Auriac, la couche rouge supérieure n'a rien à voir avec le loess.

Ce passage du loess à une terre décalcifiée et rubéfiée n'est pas autre chose que le phénomène bien connu de la *lehmification*. Nous n'avons aucune raison de ne pas l'accepter dans notre région. Et en fait, quand on a parcouru les grands plateaux du

Gard, il s'impose. Il n'est pas rare de voir dans un même champ horizontal de loess deux parties nettement distinctes par leurs propriétés, l'une jaune et calcaire, l'autre rouge, argileuse, et ne donnant aucune effervescence à l'acide. Si le champ est abandonné, la végétation traduit fort bien cette différence, d'un côté le thym et la lavande, de l'autre les Cistes silicicoles, parfois même la fougère aigle (*Pteris aquilina*). Cependant, malgré une longue fréquentation de ces régions, nous n'avons pas vu nettement la superposition de l'horizon rouge à l'horizon jaune, non plus d'ailleurs que son passage latéral en coupe. Les seuls points où l'on puisse voir des terres rouges dominant topographiquement les terres rouges se trouvent aux environs de Saint-Siffret, près d'Uzès (Gard), près de la butte de tir, sur une pénéplaine dont nous avons parlé. Là des champs de terres jaunes loessiques, étagés en terrasses, se trouvant au-dessous de champs de terres rouges qui vont jusqu'au sommet de la colline.

Ce que l'on peut observer un peu partout avec netteté, c'est que partout où le limon est peu épais, sur le calcaire, il est rouge, cela tient peut-être à ce que les phénomènes d'altération se produisent d'autant mieux que dans ces conditions le calcaire retient mieux l'eau que le loess épais, où elle s'infiltre, il en est de même et, sans doute pour une raison analogue, dans les dépressions fermées dolines ou polges, de la garrigue. Ce qui, sur ces pénéplaines du Gard, complique encore le problème, c'est que les terres rouges contiennent assez fréquemment des matériaux résiduels roulés (quartz, silex, limonites, grès ferrugineux), tandis que les terres jaunes loessiques n'en contiennent jamais. Mais nous avons déjà indiqué, dès le début de nos études sur la garrigue de Nîmes (1), qu'il s'agit là des restes d'anciennes formations ayant recouvert autrefois le calcaire urgonien, qui se trouvent encore dans des poches, dans des fissures, ou sur le sommet de quelque croupe et que le ruissellement mêle aux terres rouges. Nous avons vu d'ailleurs à propos de celles-ci, l'intensité de leur puissante coloration et la liaison de celle-ci avec des phénomènes d'altération qui se sont également produits aux dépens de tous ces matériaux résiduels.

Nous donnons ici l'analyse faite par Bordas (2) d'une de ces terres rouges, recueillies au cours d'une excursion faite avec nous et Oudin, à Campefiel, à 10 km. au Nord de Nîmes, sur la pénéplaine urgonienne dominant le canyon du Gardon.

Argile	25,5
Limon	4,6
Sable fin	65,4
Sable grossier	1,8
Matières organiques	0,8
Calcaire fin	1,4
Calcaire grossier	0,2
Fer libre	1,33

Mais ces terres rouges d'origines loessiques ont des compositions naturellement aussi variées que celles des loess dont elles proviennent. C'est ainsi qu'une terre rouge loessique aux environs du Mas de Laval, même pénéplaine, mais à une quinzaine

(1) Marcelin (P). Carte.

(2) Bordas (J) et Mathieu Reverdy (G). Essai Pédologie méditerranéenne, p. 33.

de kilomètres à l'est, donne une proportion de calcaire total de 13,50 %. Par contre, une analyse d'une même terre rouge, à Poulx, sur la même surface, à quatre ou cinq kilomètres au sud du point précédent, nous a donné sur 98 % de terre fine (1) :

Sable grossier	9,68
Sable fin	64,24
Limon	7,92
Colloïdes argileux	12,88
Colloïdes humiques	1,31
Calcaire	traces
Matières organiques totales	2,05

On voit par ces quelques exemples et l'analyse donnée par Agafonoff combien il serait décevant de vouloir donner une composition moyenne des loess et de leurs terres rouges.

Il est une autre manière d'être de loess: c'est le *loess des pentes*. Il est ici intimément mêlé à des éboulis de côteaux et peut-être celui d'Auriac en est-il un type, celui de Lédenon s'en rapproche aussi, tandis que ceux de Collias ou de Bellegarde sont plus exactement des loess de dépressions. L'action du vent et celle du glissement sur les pentes par l'action de la pesanteur paraissent prédominer sur le ruissellement. Cependant, ils sont souvent accompagnés de croûtes qui marquent l'importance des migrations du calcaire. Ce mélange d'éboulis de côteaux et d'éléments fins plus ou moins loessiques joue un grand rôle dans le paysage des environs de Nîmes. Il accompagne la retombée des plis anticlinaux de la garrigue Eocrétacée, et fait la transition avec les terres limoneuses et plus ou moins palustres de la Vistrenque sur près de 30 km., depuis Lédenon, au nord-est de Nîmes, jusqu'à Vergèze, au sud-ouest, suivant le trajet de la route de Nîmes à Montpellier et de Nîmes à Avignon.

Enfin, il est une autre manière d'être des loess, très particulière et très limitée, c'est le *loess des grottes*.

La grotte de Campefiel, dans le canyon du Gardon, à 10 km. environ au nord de Nîmes, sous la pénèplaine urgonienne, tapissée de terre rouge dont nous avons déjà parlé, est en partie remplie par un dépôt limoneux très fin que l'on ne peut guère comparer qu'à un loess, sans éléments roulés et contenant seulement quelques éléments calcaires anguleux provenant de la voûte. La couleur du dépôt varie avec sa teneur en calcaire et sa consistance argileuse. Celle-ci augmente pour la partie du dépôt qui se trouve dans le fonds des salles où l'humidité est la plus grande.

La complication du plan de la grotte ne permet pas de laisser croire que ce dépôt est entré par l'ouverture actuelle et d'ailleurs on ne voit pas d'où il serait venu. Il est plus vraisemblable de penser qu'il vient du plateau où il est largement répandu, et qu'il a glissé par les nombreuses fissures mettant la grotte en communication avec la surface. C'est aussi par ces fissures qu'ont pénétré les ossements d'une riche faune quaternaire à ours et lynx découverte dans le fonds d'un puits par F. Mazauric, et récemment exhumée et étudiée par le Dr Cabouat et par M. Paulus.

(1) Analyse de la Station Œnologique du Gard, Nbre 1937.

Le même phénomène s'observe aux environs de Nîmes. Dans une carrière située à la sortie de la ville, sur la route d'Alès, sur la gauche de la route, on voit au pied du front de taille des cavités arrondies, irrégulières, de cinq à six mètres de diamètre et de peu de profondeur. Ce sont évidemment des extrémités de cavités karstiques ouvertes dans le calcaire Eocrétacé (Hauterivien) et atteintes par l'exploitation.

Elles sont remplies par une matière très fine, jaunâtre ou rougeâtre, pulvérulente, très peu argileuse et non calcaire. Elle ne contient aucun élément macroscopique, au microscope on voit une poussière de quartz anguleux avec quelques rares grains roulés, enrobés dans une matière argileuse transparente dans les échantillons jaunâtres, foncée dans les échantillons rougeâtres et autour de plus gros éléments. Il s'agit certainement d'un dépôt éolien, mais remanié comme le prouvent les quelques éléments roulés qu'il présente et aussi une sorte de stratification feuilletée.

Ce même dépôt, mais encore plus remanié, se montre dans une sorte d'aven, situé dans l'entrée de la même carrière. L'aven est remplie dans toute sa hauteur, 6 à 7 m. sur 3 à 4 de diamètre, par la même substance, avec une apparence de stratification et, ici et là, des fragments anguleux du calcaire en caissant, des poussées de petite taille, des concrétions calcaires sur les parois et quelques amas d'une matière blanchâtre phosphatée. Ces cavités karstiques des environs de Nîmes sont très anciennes et, au moins anté-Astiennes, comme le montre un dépôt de sable jaune marin du Pliocène supérieur (Astien) que nous avons observé dans une grotte située sous le Serre du Diable, aux environs immédiats de Nîmes, sur la gauche de la route de Sauve. L'histoire de ces cavités est donc assez compliquée et comprend les phases suivantes:

- 1° — creusement des cavités karstiques;
- 2° — enlèvement du matériel déposé par les eaux qui ont creusé les cavités ou qui y ont circulé après leur creusement;
- 3° — comblement possible par les dépôts de rivage astien;
- 4° — enlèvement de ce matériel;
- 5° — remplissage par un dépôt éolien, venu par chute, par glissement ou par un remaniement léger dû au ruissellement;
- 6° — légère circulation d'eau avec formation de poupées et de croûtes sur les parois et début d'une transformation argileuse du loess.

Ces dépôts loessiques, des grottes, sont encore peu connus, les études de remplissages karstiques étant peu avancées. Nous nous demandons si ce n'est pas un mélange d'éboulis de côteaux et de loess dans lequel, à l'Esquicha-Grapaon, grotte située à l'entrée du canyon du Gardon, dans la commune de Russan, on a trouvé un abondant outillage moustérien. L'abri sous roche de la Salpêtrière, au Pont-du-Gard, à la sortie de ce même canyon creuse dans le calcaire Eocrétacé urgônien présente un remplissage complexe dans lequel on connaît depuis longtemps un riche outillage qui va de l'Aurigacien au Magdalénien supérieur. Ce remplissage comprend des éléments purement fluviaux, sables gris, limons d'inondation, graviers, cailloutis libres

ou ciments en poudingue qui sont dûs au Gardon qui coule à quelques mètres au pied de l'abri. On y voit aussi des sables éoliens, sables voyageurs, très abondants dans cette vallée. Mais on y trouve aussi une grande quantité de cailloux, de calcaire urgonien, anguleux et assez bien calibrés, emballés dans une terre fine jaune. Il faut chercher l'origine de ce matériel dans les dépôts qui se trouvent, un peu en aval de l'Abri, derrière le Restaurant du Pont-du-Gard. Ils se voient sur cinq à six mètres de hauteur, au-dessus du calcaire urgonien et sont constitués, comme tous ces dépôts loessiques des pentes, par des couches fines d'origine éolienne mêlées à des éboulis de côteaux, dont les éléments sont dûs à un ruissellement assez violent, mais très limité dans son parcours. Ce dépôt, s'il n'a pas comblé l'abri sous roche, a au moins donné les matériaux pour le remplissage.

Les environs du Pont-du-Gard sont particulièrement intéressants pour l'étude des loess. Ceux-ci présentent là deux phénomènes que nous n'avons pas pu étudier à loisir, mais qu'il convient de signaler. C'est dans le dépôt de pente dont nous venons de parler, derrière le Restaurant des couches noires contournées, intercalées dans la partie loessique et qui peuvent représenter d'anciens sols en reptation, dûs au glissement sur les pentes, ou même à la solifluction proprement dite pendant une période humide et froide du quaternaire. Il faut aussi signaler, sur la rive gauche, sur le chemin de la pépinière forestière, une coupe qui montre 1 m. 50 de loess jaune fin avec quelques éléments épars d'éboulis de côteau, poupées, de petites tailles, et pseudo-mycellium blanchâtre. Mais l'intérêt de cette coupe réside dans le fait qu'à la partie supérieure, sous la litière forestière et une couche humique d'environ 2 cm. on observe sur 10 ou 15 cm. une couche loessique grisâtre et irrégulière qui donne l'impression d'être délavée et de représenter un *podzol*. Cependant, notre collègue Drouineau ayant bien voulu faire une analyse sommaire de cette sorte d'horizon ne lui a pas trouvé les caractères habituels de ces podzols par rapport au reste du profil. La question reste à élucider.

On voit que les formations loessiques dans le Gard sont assez hétérogènes. Il semble bien qu'il en soit de même sur beaucoup de points de la surface terrestre et sans aller aussi loin que Suen Tang Yuet : « On parle souvent de loess altéré. Mais un « loess typique et intact ne se trouve nulle part » (1), nous pensons avec Véra Malycheff : « Il y a donc lieu de distinguer « le loess de ce que j'appellerai le *complexe loessique*, qui comprend, avec le loess proprement dit, les autres formations qui « lui sont plus ou moins liées ». (2)

Cette distinction est nécessaire et utile et s'applique particulièrement à tout ce que nous avons observé dans le Gard et dans le Vaucluse ou les Bouches-du-Rhône.

Il convient donc d'employer habituellement cette expression plutôt que de parler seulement de loess, ce qui implique un état granulométrique qui n'est pas toujours réalisé.

(1) Suen (Tang Yuet). Le loess de la Vallée du Rhône, loc. cit. p. 15.

(2) Malycheff (V). Le loess. Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn. Vol. II, fasc. 2, Juin 1926, p. 150.

Age et origine des complexes loessiques.

Nous ne discuterons pas ici la question de l'âge de ces dépôts, problème purement géologique qui est en dehors du cadre de nos recherches. Nous ferons seulement remarquer que le problème est très difficile à résoudre par le fait que ces dépôts du complexe loessique dans notre région ne contiennent jamais d'outillage préhistorique, qu'on n'y connaît que deux gisements de vertébrés dans des conditions mal connues, celui de Saint-Julien-de-Peyrolas, indiqué par Roman d'après Chiron, et celui de Rousiganet, près d'Uzès, dont il n'est même pas sûr qu'il se trouve dans le complexe loessique, que la petite faune de mollusques habituelle au loess ne s'y trouve pas et que les dépôts sont à toutes les hauteurs et sur toutes les terrasses alluviale, sauf la plus récente. Nous n'étudierons pas non plus les conditions du dépôt. Mais là aussi nous ferons remarquer que l'existence de la couche loessique n'implique pas forcément l'existence d'un régime de steppes. Les dépôts éoliens peuvent parfaitement s'insinuer dans les vides forestiers s'il en existe, ce qui a toujours été le cas sur les pénéplaines de calcaire compact dans lequel les racines ne pénètrent que dans la mesure où elles rencontrent des fissures. Dans ces forêts ouvertes, le vent a pu se livrer à sa sédimentation à condition qu'il soit assez puissant, assez régulier et soutenu et qu'il ait à sa disposition assez de matériaux fins. L'observation de la vallée du Gardon aux environs de Collias et du Pont-du-Gard et sur plus de 30 km. jusqu'à Russan est particulièrement instructive à ce sujet. On voit des sables voyageurs former des dunes tout le long de la rivière, pénétrer dans tous les vides que laisse la forêt riveraine d'arbres à feuilles caduques, la forêt des pentes à chênes verts, sous les reboisements de pins d'Alep ou de pins pignons et monter même jusque sur la pénéplaine urgonienne. Même si les vides étaient moins grands dans la forêt primitive, il y avait toujours les écorchures de l'érosion et de proche en proche, le manteau de sédiments éoliens a pu s'agrandir, remanié d'ailleurs et répandu par cette même érosion.

Mais il fallait un approvisionnement en matériaux fins. Ainsi que nous l'avons dit, nous ne voyons pas pourquoi on devrait aller chercher nécessairement jusqu'aux premiers dépôts glaciaires, alors qu'il est possible de le trouver dans toute une série de dépôts meubles : nappes d'alluvions quaternaires du Pliocènes, sables jaunes et marnes de l'Astien, mollasses miocènes sableuses ; les deux derniers pouvant donner des poussières calcaires. Une partie des poussières fines peut d'ailleurs venir de très loin, de beaucoup plus loin encore que les dépôts glaciaires.

Il nous semble que les sables jaunes de l'Astien convenaient tout spécialement à cette utilisation. C'est ainsi qu'on retrouve les loess du sud de Montpellier, à Grammont, dans une région climatique où le régime des vents est différent de celui de la Vallée du Rhône et a dû toujours être. Ces sables jaunes montrent encore par la présence des quartzites à facettes usées par le vent, que l'on connaît depuis longtemps à Saint-Laurent-des-Arbres, à Pujaut... comment ils sont facilement mobilisés par les mouvements éoliens.

Ces actions ne sont d'ailleurs pas arrêtées, nous le voyons, par les sables voyageurs de la vallée du Gardon. Nous le constatons par l'observation des sols d'humus alpins des sommets

cévenols et nous pouvons observer, au nord-ouest de la zone des loess, sur les Causses Jurassiques du Gard et de la Lozère, par exemple à Montdardier, l'existence de dépôts éoliens, de poussières dolomitiques: *le poulverel*.

Les sols sur complexes loessiques.

Nous n'avons jusqu'ici parlé que de la roche, de la terre loessique, non du sol proprement dit, qui doit se former sur le loess.

L'observation ici est assez décevante. Si le loess devient en surface de la terre rouge, le sol qui en provient est un *sol rouge* tel que nous l'avons défini. Dans beaucoup de cas, notamment dans celui des limons de Costière, le sol a été mélangé depuis longtemps à la terre par la culture.

A Collias, au-dessus de la coupe que nous avons étudiée, Agafonoff décrit ainsi le sol (1) :

A — couche gris foncé, légèrement brunâtre, très riche en racines et en détritrus végétaux 7 à 8 cm.

B — couche jaune, grumeleuse, moins riche en racines et détritrus végétal que la couche précédente 30 cm. environ.

C — loess.

Mais on ne peut guère considérer l'horizon B comme un horizon d'accumulation. Il s'agit seulement de la modification de C sous l'influence de la végétation et d'un passage aux propriétés de A, c'est un « zersatz ». La transformation de la partie supérieure de C est facile dans cette roche meuble et perméable. Mais la différenciation entre la terre et le sol ne va pas bien loin : formation d'agrégats légers, obscurcissement de la teinte et décalcification sensible 7,58 de CO₂ pour le sol contre 10,36 pour le loess (Agafonoff) dû au fait que l'humus enrobe une pellicule les grains de quartz. Comme dans la plupart des sols, un peu foncés que nous trouvons dans notre région, la différence de coloration apparaît avec beaucoup plus de netteté sur le terrain qu'au laboratoire.

Nous sommes à Collias sous un assez beau peuplement de chênes pubescents qui envoient profondément leurs racines dans la roche meuble. Dans la forêt de Valbonne où les circonstances sont encore plus favorables par suite d'un climat local moins sec, d'un couvert forestier plus serré et plus étendu, l'épaisseur de A est un peu plus grande mais la modification n'est pas beaucoup plus importante. Il y a seulement un début d'évolution vers les types de sols forestiers des régions tempérées.

Nous retrouverons cette sorte de velléité pédologique dans presque tous les sols de la partie basse du Gard.

Caractères agricoles des complexes loessiques.

On peut facilement déduire de ce que nous venons de dire et de ce que l'on sait des loess d'une manière générale, les propriétés des terres du complexe loessique.

(1) Agafonoff (V). Les sols de France au point de vue pédologique, 2^e partie, sols azonaux... loc. cit. p. 182.

Ces terres sont légères, perméables, faciles à remuer; elles ne gardent pas l'eau en surface, mais l'emmagasinent cependant si l'épaisseur est suffisante; elles ne se fissurent pas par sécheresse, n'étant pas très argileuses. Elles ne sont pas déséquilibrées dans leur composition chimique, puisqu'elles contiennent à la fois de la silice, de l'argile et du calcaire. L'argile est constituée par des alumino-silicates kaoliniques (1). Tous ces éléments étant très fortement divisés sont plus ou moins assimilables. La proportion de calcaire pourrait parfois devenir gênante. Mais la partie colloïdale des loess serait très faiblement saturée en chaux, malgré la *richesse en carbonates de chaux* des formations elles-mêmes. (2)

Elles pourraient donc être considérées comme de bonnes terres. Elles le sont en effet quand elles restent fidèles au type. Mais ce que nous savons du complexe nous permet de comprendre qu'elles perdent tous ces caractères et deviennent des terres squelettiques quand elles se chargent des éléments d'éboulis de côteaux. Elles les perdent également, quoique à un moindre degré, en se transformant en terres rouges, beaucoup plus argileuses et généralement moins calcaires, plus tenaces, plus lourdes, arrêtant l'eau et aptes à se fissurer.

De plus, ces terres ont dans leur ensemble deux inconvénients graves. Le premier est celui de l'irrégularité de leur épaisseur qui est souvent réduite à quelques centimètres. Dans ces conditions, si elles sont sur un sous-sol imperméable, elles s'assèchent très rapidement et deviennent de mauvaises terres. Le second est l'existence des croûtes à leurs parties supérieure et inférieure qui arrêtent la montée de l'eau et sont un obstacle à la pénétration des racines. Nous aurons à revenir sur ces propriétés néfastes des terres de loess à propos de la Costière. Quand ces conditions se présentent, elles peuvent même devenir inaptes à la forêt et recevoir seulement une végétation herbacée où dominent les graminées, une végétation steppique, ce qui, à notre sens, devrait être le cas du plateau de Garons, en Costière.

Mais là où les terres loessiques sont assez pures, assez profondes, et surtout quand elles sont superposées à des terrains perméables, elles constituent d'excellentes terres, très favorables à la végétation spontanée comme aux plantes cultivées. La forêt de Valbonne, entre Pont-Saint-Esprit et Bagnols, en est le meilleur exemple.

Là le revêtement du complexe loessique sur des sédiments littoraux détritiques variés souvent siliceux, toujours perméables et profonds, déposés au Mésocrétacé en bordure de l'isthme durancien, l'intensité de l'érosion dans ces couches meubles, la formation de grands ravins possédant un mésoclimat humide, le mélange des terres, tout a concouru à donner à la forêt, protégée par les Chartreux pendant des siècles, une physionomie propre, très différente de celle que l'on connaît d'ordinaire aux forêts méditerranéennes. Parmi les traits qui la caractérisent, on notera la présence d'un grand nombre d'espèces, une

(1) Malicheff (V). Le loess, loc. cit. d'après les recherches de Demolon.

(2) Malicheff (V). Le loess... loc. cit. p. 171, d'après les travaux de Sokolovsky.

densité de peuplement très grande, un beau développement des arbres, l'existence du hêtre à une altitude très basse, 100 mètres environ, et le mélange des espèces de la garrigue avec celles des montagnes. On peut voir là, en effet, le hêtre, l'if, le chêne sessiliflore, le chêne pubescent, le chêne vert et le pin sylvestre, des tilleuls, des ormeaux, des sorbiers. Tout cela forme un contraste frappant avec les pauvres boisements de chênes verts qui se trouvent au voisinage de la forêt sur les pénéplaines urgoniennes où le calcaire se montre à nu ou revêtu d'une mince couche d'argile rouge.

La forêt de Valbonne n'a pas d'équivalent. On peut cependant citer la forêt de Gaujac, beaucoup moins riche, mais où des conditions édaphiques qui rappellent les précédentes ont permis à la forêt mélangée de chênes verts et de chênes pubescents un assez beau développement. Enfin, les bouquets de chênes de Collias en sont un exemple bien réduit.

On comprendra d'ailleurs que ces terres ayant été recherchées par la culture ont perdu depuis longtemps leur caractère forestier.

Mais, mêmes impures, réduites à une pellicule transformée en argile rouge, ces terres loessiques exercent une grande influence sur la distribution des végétaux. Elles expliquent « la répartition de certaines espèces végétales que l'on ne trouve pas sur les sols purement calcaires. *Pteris aquilina* L. *Castanea sativa* Scop. *Erica scoparia* L. *Cistus salviae folius* L., ne se montrent dans la Garrigue Nimoise, au milieu de la végétation bien connue, adaptée au calcaire et à la sécheresse, que si le Néocomien supporte des sols contenant des éléments siliceux provenant d'assises disparues. Il en est de même, quoique avec une préférence moins évidente, pour *Juniperus communis* L. *Cistus monspeliensis* L. *Arbustus unedo* L. et *Quercus pubescens*.

Aussi, tous ces arbustes suivent-ils fidèlement la couverture de limons du nord de la Garrigue. Dès qu'elle diminue d'épaisseur ou de continuité, le Châtaignier, la Bruyère à Calais, le Ciste à feuille de sauge, se raréfient puis disparaissent avec elle. Le Genévrier commun, le Ciste de Montpellier, l'Arbousier, le Chêne Rouvre persistent plus longtemps, un peu de limon conservé dans une fente du calcaire suffit à leur protection. (1)

L'action de ces terres s'explique par leurs caractères physiques et chimiques très différents de ceux des terres qui proviennent de la désagrégation mécanique du calcaire en surface et notamment, la présence du quartz en poussière. Quant au calcaire, s'il ne gêne pas des plantes considérées comme silicoles comme la fougère aigle ou le châtaignier, c'est sans doute à cause de la propriété que nous avons indiquée plus haut de la non saturation en chaux du complexe absorbant.

La vocation naturelle de ces terres pour la forêt a été très vite contrariée par l'homme. Ces terres de loess dans toute l'Europe, on le sait, ont vu les premiers débuts de l'agriculture. Il en a été de même chez nous.

(1) Marcelin (P). Les limons de la garrigue nimoise et leur rôle biogéographique. Ass. Franç. pour l'Avan. des Sciences, 50^e session. Lyon, p. 655.

Deux raisons principales commandaient ici cette première prise de possession. D'abord ces terres se trouvaient dans des régions facilement abordables à la fois à l'écart des hautes montagnes et des plaines basses, périodiquement inondées. D'autre part, elles se trouvaient, pour une grande part, sur des pénéplaines calcaires à forêt ouverte, où la circulation était relativement facile, tandis que les régions de dépôts meubles siliceux étaient recouvertes d'une végétation fermée. Enfin, la raison principale était que la légèreté de ces terres permettait un travail facile à des hommes qui cultivaient à la houe, et encore avec une houe extrêmement faible. Elles permettaient aussi un défrichement facile où l'arrachage des souches était simplifié.

Cette occupation ancienne des terres loessiques ou de celles qui leur sont comparables, terres sableuses fines et légères, est maintenant un fait acquis.

Nous avons pu récemment, en collaboration avec le Colonel Louis, en apporter une preuve nouvelle (1). Il s'agit d'une station préhistorique découverte dans la partie orientale de la Costière à Campuget, commune de Manduel, par M. Delassus, l'un des propriétaires du domaine de Campuget. Il y a là une dépression fermée, occupée par l'eau pour une part et pendant une partie de l'année. Les bords de cette dépression montrent sur les collines qui la dominent, des terres caillouteuses, *terres de gress*, à mi-hauteur des terres de loess remanié et, dans le fond des terres palustres. Or, c'est sur la bande de terres loessiques que M. Delassus a découvert de nombreux silex de petite taille dont un bon nombre portent des marques incontestables du travail de l'homme. Il s'agit d'une industrie de lames, industrie néolithique avec quelques affinités tardenoisienne.

Nous pensons, avec le Colonel Louis, que ces petites lames devaient être emmanchées pour constituer des outils servant vraisemblablement à la culture. Comme la puissance des outils était très faible, ils ne pouvaient agir que sur des terres légères. C'est pourquoi les silex évitent les cailloux du sommet, comme les terres lourdes du fond.

D'ailleurs, le Colonel Louis avait déjà décrit une station tout à fait semblable qui se trouve non loin de Campuget, à la limite des communes de Jonquières et Redessan, non loin de la route de Nîmes à Beaucaire, sur les bords d'un ancien étang. Le matériel lithique est le même; les terres sur lesquelles on les trouve sont des loess assez purs recouvrant les cailloutis.

Une ceinture de stations doit se trouver ainsi autour de ces anciens étangs. L'homme y était attiré à la fois, peut-être par l'eau et la pêche et aussi par les terres faciles à cultiver. (2)

Une étude des diverses stations préhistoriques du Gard montrerait certainement bien des faits semblables. Citons seulement celui-ci qui n'a pas encore été publié. Il est relatif à la préhis-

(1) Marcelin (P). Pédologie et milieux humains. Ass. Inter. pour l'étude scientifique des pays méditerranéens. Réunion du 6 Juin 1945 à Montpellier. Comm. Verbale.

(2) Louis (M). Stations néolithiques et gallo-romaines de Saint-Vincent (Cne de Jonquières-St-Vincent, Gard). Bull. Soc. d'Etude des Sciences Naturelles, 10 Février 1935.

toire nimoise, mal connue, comme celle de toutes les grandes villes où des siècles d'activité humaine ont bouleversé les couches superficielles de l'écorce terrestre. Les quelques restes que nous connaissons, silex et débris de poteries que l'on peut attribuer à la fin du Néolithique, se trouvent à l'est de la ville, en bordure et au pied des collines Eocrétacées, au-dessus des terres lourdes argileuses et autrefois mal drainées de la vallée du Vistre. On les suit depuis le quartier du Serre de Paradis, jusqu'à un menhir dit de la Poudrière qui se trouve aujourd'hui dans le terrain d'aviation de Courbessac. Ils ne quittent pas le complexe loessique et les environs immédiats du menhir, où les silex sont assez fréquents, montrent des loess assez purs dans quelques tranchées.

Il s'agit là des débuts de l'Agriculture. Mais à l'aurore des temps historiques, les oppida, politiques, militaires et religieux, centres de populations agricoles, se trouvent souvent, dans le Gard, sur des plateaux, à proximité des terres loessiques ou de terres rouges qui sont parfois encore cultivées sur la surface de l'oppidum détruit. Ainsi en est-il de l'oppidum de Marbacum près de Russan, au nord de Nîmes, au-dessus du canyon du Gardon et celui du Mas de Laval, plus à l'est. Ces terres étaient, dès cette époque, et le sont demeurées, des terres propres à la culture des céréales dont on sait l'importance primordiale dans les agricultures primitives. Déjà devait s'être esquissée une spécialisation des terres. Les plus mauvaises, les terres squelettiques des collines calcaires, allaient recevoir les cultures arbustives, merveilleusement adaptées au climat méditerranéen : la vigne, l'olivier, l'amandier. Ces sources de matières grasses et sucrées devaient assurer la vie des populations méridionales et permettre le développement de la civilisation. (1) Pendant de longues années l'économie agricole de notre région a vécu ainsi du pâturage dans les terres absolument incultivables, des cultures arbustives dans les terres grossières, de la culture des céréales dans les terres de type loessique. Ce n'est que bien plus tard que le drainage des plaines et l'emploi des charrues puissants a permis l'utilisation des terres riches et lourdes. Peu à peu, d'ailleurs, le progrès des communications a délivré les populations rurales de la nécessité de produire du blé partout.

Les terres loessiques des plateaux les plus éloignés ont été abandonnées l'une après l'autre, de même d'ailleurs que la culture de la vigne a délaissé les pentes pour trouver les gros rendements de la plaine.

Il reste de l'utilisation agricole de ces terres de loess, sur les plateaux, quand elles étaient suffisamment profondes, un curieux paysage de rideaux et de chemins creux que nous avons décrits dans la garrigue nimoise (2), mais que l'on retrouve aussi sur les plateaux de l'Uzègeois, notamment aux environs de Saint-Siffret, et sur quantité de pentes loessiques. Les rideaux sont tout simplement, au moins ici, la régularisation opérée par le labourage et la culture de tous les accidents naturels qui inter-

(1) Marcelin (P). Les bâtisseurs à pierre sèche dans la garrigue nimoise. Comptes rendus Ecole Antique, Nîmes, 1942.

(2) Marcelin (P). Contribution à l'étude géographique de la garrigue nimoise, Lyon 1926, loc. cit.

rompaient la régularité de la pente des versants. Peut-être ces accidents naturels étaient-ils dûs à des glissements sur les pentes de ces matériaux imbibés d'eau, en se déplaçant sur une surface toujours gelée, pendant une période humide et froide du quaternaire. Les sols contournés du Pont-du-Gard seraient une preuve de ces glissements que les rideaux ne nous donnent pas. Les rideaux et les chemins creux tels que celui de Collias sont la démonstration de cette sorte de sculpture que les longues pratiques agricoles donnent à un sol meuble.

Il reste encore sur quelques points des pénéplaines recouvertes de loess où les vieilles cultures sont encore vivantes, notamment dans la garrigue nimoise, aux environs du Mas de Laval, près de Collias et aux environs d'Uzès, à Saint-Siffret. Là, les rideaux sont cultivés en céréales, blé, avoine, en luzernes, en oliviers, en vignes et l'activité humaine y est grande sans cependant qu'il s'y trouve d'habitations permanentes. Mais c'est une exception. Presque partout ailleurs les terres loessiques de plateaux sont abandonnées depuis longtemps et généralement reboisées en chênes verts, après une période de colonisation par les cistes et les genévriers. Les terres loessiques des plateaux sont des terres mortes et il n'y a aucune raison de les voir revivre. Leur culture n'avait sa place que dans une économie agricole définitivement périmée.

Il n'en est pas tout à fait de même pour les terres loessiques des plateaux de Costière dont nous aurons à reparler. Un grand nombre d'entre elles sont incultes mais d'autres profitent encore de l'activité de la région viticole à laquelle elles sont étroitement associées. Les terres loessiques des dépressions telles que celles des environs de Bellegarde sont des terres riches qui portent des céréales, des arbres fruitiers, des vignes à grand rendement. Il en est de même dans la vallée de l'Alzon, entre Collias et Uzès, ou dans la plaine au-dessous de Saint-Siffret, et Flaux, à l'est d'Uzès.

Les terres loessiques des pentes, telles que celles de la bordure de la garrigue nimoise, sont encore vivantes, parce qu'elles conviennent spécialement à la culture de l'olivier et leur avenir est lié à celui de la production locale de l'huile qui a subi les fluctuations les plus diverses.

Les détails que nous venons de donner sur le loess dans le Gard nous dispensent d'insister longuement sur le loess en Costière qui présente la plupart des caractéristiques que nous venons de décrire.

Le loess se voit à Bellegarde sur le plateau de Coste Rouge, le long du talus de la route de Manduel, près de l'allée du Mas de Carlot vers l'altitude 60, ainsi que dans un chemin creux peu après le mas de la Marine, vers l'altitude 65. On le voit surtout en grandes masses, le long de la route de Nîmes à Arles, sur 2 à 3 km. depuis la gravière jusqu'à Bellegarde: la ligne du chemin de fer et surtout la route sont entaillées dans sa masse qui peut atteindre près de 3 mètres.

Il présente là les particularités que l'on connaît d'ordinaire aux loess, les poupées se voient dans les vignes qui sont à gauche de l'allée qui conduit au Mas Laval, les dépôts fins, cristallisés, de calcite, connus sous le nom de pseudo-mycélium se voient particulièrement dans la roche du talus. Il est percé là, comme auprès du mas de Carlot, de trous d'hyménoptères et de terriers, de rongeurs et tapissé de débris de coquilles de mollusques terrestres. Sa teneur en calcaire est d'environ 17 %; le diamètre moyen des grains inférieur à 1 mm.

Ici, comme ailleurs, le limon loessique se présente dans plusieurs situations et sous plusieurs aspects:

1° *Loess de plateau non remanié*: route de Manduel, près du Mas Carlot, chemin de la Marine, après le Mas vers le nord.

2° *Loess des dépressions, entraîné mais non remanié*: route d'Arles à Nîmes, après le Mas des Sources.

3° *Loess remanié à diverses reprises et mélangé à d'autres éléments*, sur la même route en approchant de Bellegarde, sur la rive gauche du ruisseau, le long et au-dessus de la voie ferrée, sur les pentes.

4° *Loess entraîné et modifié dans les parties humides*, ruisseau des Sources et de Sauzette.

Mais le loess se retrouve en beaucoup d'autres points de la Costière, d'abord sur toute la surface du plateau de Garons, dans la commune de Bouillargues, où il descend du plateau jusque dans la vallée du Vistre, dans les communes de Manduel, Redessan, Jonquières. On en voit un talus très net, un peu avant Saint-Vincent, près de Jonquières sur la route venant de Nîmes. Enfin, il s'étale aux environs d'Espéran, au sud de Saint-Gilles. Et à vrai dire, on le retrouve à peu près partout, sinon en épaisseur, du moins mêlé à des cailloux et constituant en partie ce que nous appellerons du *demi-gress*.

Il a vraisemblablement recouvert la vallée du Vistre, et, par les complexes loessiques avec éboulis de côteaux de Nîmes, Cabrières, Lédénon, il rejoint les surfaces loessiques de la garrigue nimoise, de la pénéplaine urgonienne où il est largement développé aux environs du Mas de Campesfiel, de Poulx, du Mas Laval.

Il présente en Costière un trait habituel du loess classique, mais qu'on ne lui voit pas souvent dans le Gard, c'est la présence à sa partie supérieure d'un horizon plus ou

moins décalcifié, plus vacuolaire et d'une couleur jaunâtre ou rougeâtre, c'est le *lehm*. On le voit en particulier dans la masse loessique que nous avons signalée à Bellegarde, sur la route de Nîmes à Arles, sur le côté sud de la route. Bordas donnera dans les publications faites à l'occasion de la conférence de Pédologie les analyses du loess et du *lehm* en ce point. L'horizon de *lehm*, très irrégulier, y a environ 0 m. 30. On le retrouve au-dessus du loess d'Espéran. Dans la garrigue nimoise, le passage latéral du loess jaune et calcaire à un loess rouge argileux et décalcifié et fréquent, mais on ne voit que très rarement le passage vertical. Le même phénomène se voit aussi en Costière sur le plateau de Garons par exemple. Une analyse faite par Bordas, d'un loess rouge, mêlé à des éléments fins du gress et pris à l'entrée du Parc de Campagne, donne les résultats suivants :

argile	7
limon	24.5
sables totaux	65.5
sable grossier	5.9
sable fin	59.6
calcaire	0
matières organiques	2.4

Les terres du loess ou pouparasses donnent aux paysages de Costière une note particulière qui devrait être bien plus accentuée autrefois. Sur plusieurs points du plateau des sortes de buttes autour des touffes de *blanquettes* (*Atriplex halimus*) peuvent faire croire à des dunes, habituelles aux régions loessiques, mais détruites depuis longtemps par les cultures. On voit aussi quelques chemins creux avec un pullulement extraordinaire de gastéropodes terrestres : *Helix xérophiles*, *Rumina decollata*, tandis qu'on ne voit pas de mollusques sur les terres de gress. Elles ont eu sans doute de tous temps une vocation agricole particulière et ont dû, selon nous, être vouées à la culture des céréales pour lesquelles elles convenaient beaucoup mieux que le gress.

Elles sont grisâtres, jaunâtres, blanchâtres, quand elles sont calcaires, ou bien rouges et décalcifiées. Nous connaissons leur composition et la finesse de leurs éléments. Elles ne sont ni plastiques, ni cohérentes, ni adhérentes et ne présentent pas de fissures de retrait quand elles sont calcaires, en période de sécheresse elles dégagent comme un nuage de poussière quand on les laboure. Toutes ces propriétés sont changées en leur contraire, quand le loess est

rouge, décalcifié et devenu argileux. Si nous n'avons pas fait une place à part aux terres décalcifiées, c'est que, dans notre champ d'étude, elles n'apparaissent que par places.

Elles ont un microclimat qui reproduit d'une manière atténuée celui du gress, elles emmagasinent l'eau, étant essentiellement perméables et la gardent en réserve pour la végétation, mais ce microclimat dépend essentiellement de la profondeur du dépôt et de la présence au-dessous de lui du taparas ou du gapan. Si, comme il arrive très souvent, le dépôt de loess a une épaisseur infime et s'il surmonte une couche imperméable, il se dessèche avec une extrême rapidité et devient d'une aridité désespérante.

Les limons loessiques, bien qu'ils soient loin d'occuper la plus grande superficie en Costière, jouent cependant un grand rôle dans l'aspect et la vie de ce pays et l'on s'étonne qu'il n'en ait pas été fait mention plus souvent. La culture sur loess, nous le verrons, est en effet différente de la culture sur gress.

Mais pour l'instant, ce qui doit retenir notre attention, c'est qu'il est une importante source de calcaire. Nous avons vu en étudiant le taparas que les limons loessiques avaient fourni le ciment du cailloutis. *Partout où il y a eu du loess, même s'il est disparu existe le taparas* et celui-ci, à son tour, joue un rôle agricole de premier ordre, quoique néfaste. D'autre part, en faible épaisseur, le loess décalcifié ou non, se mêle au cailloutis pour donner ces terres dites de *demi-gress* qui occupent de grandes superficies en Costière. Ici, ces éléments fins augmentent la fertilité de la terre sans cependant changer sa vocation agricole.

Terres de demi-gress.

Ce mélange du gress, blanc, blond, rouge, dans des proportions très variables avec des éléments fins, venant le plus souvent du loess mais non exclusivement, c'est ce que les viticulteurs de ce pays, dans leur classification empirique, appellent le demi-gress.

Il occupe une grande partie de la commune de Bellegarde, sur la côte, à Coste Canet, à Coste Rouge, au Grand Plagniol, sur les pentes du ruisseau des Sources, etc... Mais on le retrouve à peu près partout en Costière et il est par conséquent inutile de nommer tous les points où on le retrouve. Si géologiquement on peut concevoir l'existence

indépendante des cailloutis blancs, blonds ou rouges, en fait, du point de vue agrologique, et en surface, on les trouve le plus souvent à l'état de demi-gress.

On a vu que nous sommes disposés à attribuer une grande importance aux phénomènes de ruissellement et de transport qui ont donné aux surfaces de la Costière leur forme, voisine de l'horizontalité. Ils ne se manifestent que par une analyse détaillée parce que les matériaux remaniés et transportés ne diffèrent guère, en général, du matériel primitif, mais nous avons fait appel à eux par exemple pour expliquer la présence du grésillou calibré ou pour interpréter le profil théorique comprenant le loess, le gapan et le taparas. De semblables phénomènes exercent une action évidente et considérable à l'époque actuelle sur la côte et sur les pentes du ruisseau des Sources aux environs de Bellegarde, et même sur les pentes douces qui dominent la plaine surbaissée du Balandran.

De toutes façons, le cailloutis rhodanien, le gress, a été exposé, et l'est encore, à entrer en mélange avec les autres terres dont nous avons parlé et avec les accidents minéralogiques de ces terres.

Toutes sortes de combinaisons peuvent se produire qui amènent à la formation du demi-gress.

- superposition normale d'un loess peu épais à un gress; descente des éléments fins. Le cas est fréquent dans la plaine du Balandran, avec le loess venu du plateau de Garons.
- superposition topographique des sables et marnes du pliocène sur des cailloutis; descente des éléments fins.
- superposition topographique du cailloutis sur un loess, descente des éléments grossiers.
- labour qui amène les éléments fins du haut vers le bas, dans le cas des loess par exemple, ou les éléments grossiers du bas, etc.

Il est inutile d'insister sur toutes ces combinaisons et sur les caractères que prennent les terres de demi-gress à la suite de ces mélanges. Il suffit de se reporter aux caractères que nous avons donnés pour chacune de ces terres qui entrent en combinaison.

Il faut seulement retenir les deux termes extrêmes de ce mélange qui donnent deux types de terre d'une très grande importance pour la Costière:

1/2 gress à dominance caillouteuse.

1/2 gress à dominance limoneuse.

Alors que les premiers sont généralement dépourvus de calcaire, les seconds peuvent en renfermer plus ou moins suivant l'origine de leurs éléments fins.

Les quelques analyses suivantes (1) donnent une bonne idée de la composition du demi-gress. Elles ont été prises aux environs du Mas Saint-André. (Commune de Saint-Gilles) au sud de la Costière. Les deux premières représentent bien le type d'un demi-gress où dominant largement les cailloux, graviers et sables grossiers: ce sont des demi-gress à dominance caillouteuse.

	PLANTIER	MAITRE PAUL
Cailloux	54	43
Gravier	14	21
Sable grossier	16.8	19
Sable fin	14.6	16
Argile	5	4
Calcaire	0	0.8

La troisième donne une idée de ce que sont les demi-gress à dominance caillouteuse où manquent les gros cailloux, et qui s'acheminent vers la dominance limoneuse.

CIBADE BAS	
Cailloux	0
Gravier	25
Sable grossier	49.7
Sable fin	34.5
Argile	13.3
Calcaire	0.6

Terres limoneuses non mouilleuses.

Elles se présentent sous la forme d'un limon grossier, sorte de lehm, plus ou moins argileux, contenant des éléments siliceux roulés, graviers ou cailloux. Il est visible que ce limon est constitué aux dépens des formations qui affleu-

(1) Communiquées par la Station Œnologique du Gard.

rent actuellement en Costière: marnes bleues (pour une faible part), sables jaunes pour une grande part, loess et cailloutis divers.

Leur formation est nettement colluviale et relativement plus récente que celle de tous les autres dépôts. Ce colluvium a trouvé, grâce à l'érosion, un matériel plus compliqué que le colluvium ancien, uniquement caillouteux, qui s'est formé aux dépens des terrasses alluviales. Naturellement, la composition est très variable d'un point à un autre.

Nous avons vu ces terres sur la partie déprimée de la périphérie, en particulier sur la surface de 12 m. au nord et à l'ouest de Vauvert. On les trouve aussi dans la partie inférieure de certains des grands ravins de la partie occidentale et méridionale de la Costière, par exemple dans le grand valat de Vallongue, dans le ruisseau d'Arène, l'un au sud, l'autre au nord de Vauvert, dans les valats des Crottes, de l'Agau, de Sainte-Colombe, dans les communes de Générac et de Saint-Gilles. Près de cette ville, un grand ravin qui prend naissance au-dessus de Toupinet montre la coupe suivante:

Lehm brunâtre	}	2 m.
Lehm jaunâtre ..		
Couches caillouteuses à stratification enchevêtrée		
Lehm grossier		

Nous les avons indiqué aussi, sur la surface de 60 m., aux environs du Mas Bonisse (Commune de Bouillargues) avec 5 à 6 m. d'épaisseur.

Enfin, elles se développent plus largement dans celles des dépressions fermées où l'eau ne reste pas en surface, telles que celles de Fourniguet-Toupinet.

Toutes ces terres sont sèches et peu fertiles et ne ressemblent en rien aux terres palustres.

Terres palustres.

Les loess et les éléments les plus fins de terres diverses, entraînés dans les dépressions humides fermées ou drainées, y subissent des transformations plus complètes que celles qu'ils éprouvent en plein air ou dans le sol. Leurs silicates se décomposent pour donner de l'argile qui s'accumule sur place. Le calcaire dissout se redépose et s'augmente de celui qui est amené par l'eau. Les matières organiques végétales incomplètement carbonisées et l'humus au moins 2 % s'incorporent à la terre et lui donnent une couleur gris foncé, allant jusqu'au noir, qui est tout à fait particulière. De plus,

les terres ainsi formées renferment quantité de débris de coquilles de mollusques aquatiques. Enfin, les oxydes de fer se concentrent sous forme de tâches irrégulières ou se fixent sur les racines et il s'ébauche une sorte de *gley*. L'humus lui-même descend pour patiner en noir les cailloux des couches inférieures. Nous avons trouvé ces terres à Bellegarde, le long des ruisseaux des Sources et de Sauzette. Sur le plateau de Garons, près du Mas Vidal, on voit des terres noires qui tranchent tout à coup sur les terres loessiques ou caillouteuses jaunes ou rouges et qui sont des terres palustres dues à la présence du taparas qui empêche l'écoulement de l'eau. Sur le même plateau, à l'ouest de Rapatelet, une dépression à peine sensible dont les eaux s'écoulent cependant vers le ruisseau de Campagne, montre ces mêmes terres.

Mais elles sont surtout développées dans celle des dépressions fermées qui retiennent l'eau: Saint-Antoine (en partie), Estagel, Pazac et surtout Jonquières, où elles constituaient le marais de la Palud et Campuget, où l'eau séjourne assez longtemps en hiver pour que ce soit un refuge d'oiseaux migrants.

Classification des terres de Costière.

Pour résumer ce que nous venons de dire, nous donnons le tableau ci-dessous de la classification des terres de Costière. Elle est basée essentiellement sur la composition lithologique mais aussi sur leur mélange, sur leur profondeur, sur leur superposition à d'autres formations, sur la présence de l'argile (gapan) ou du calcaire, enfin sur leur mode de formation.

Les premiers termes présentent les éléments les plus grossiers; les derniers, les éléments les plus fins.

C'est ainsi que des terres de gress profondes de plusieurs mètres ont des réserves d'eau que n'ont pas des terres de gress ou de demi-gress colluviales où les racines de la vigne atteignent les marnes. Des terres sableuses profondes diffèrent de même de terres sableuses sur marnes. Des terres de loess profondes sont des terres fertiles, réduites à quelques centimètres au-dessus du cailloutis, elles perdent leur valeur. La présence du gapan rend deux terres caillouteuses bien différentes l'une de l'autre, de même qu'un loess rouge décalcifié diffère d'un loess jaune calcaire. Enfin, le terme de palustre marque bien quelle est la caractéristique, due à leur mode de formation, de la dernière catégorie des terres de Costière.

Nous n'avons pas compris le taparas comme terme puisqu'en général il ne s'ameublît pas. Il rend évidemment stériles les terres caillouteuses ou loessiques qui sont au-dessus de lui.

Nous ne prétendons pas que tous les termes de cette classification soient essentiellement différents les uns des autres, ni bien entendu que chaque type de terre doive recevoir des soins cultureux différents, mais les choses sont ainsi dans la nature et il appartient à l'observateur de les noter objectivement.

CLASSIFICATION DES TERRES DE COSTIERE

TERRES DE GRESS profondes (au-delà des limites des racines de la vigne)

- 1°) Terres de Gress sans *Gapan* (argile rouge, sang de bœuf)
- 2°) » avec »

TERRES DE GRESS peu profondes (en deçà des limites des racines de la vigne)

- 3°) » » sur sables a) sans gapan
- 4°) » » » b) avec gapan
- 5°) » » s^r marnes a) sans gapan
- 6°) » » » b) avec gapan

TERRES DE DEMI-GRESS (mélange de gress et de limon)

- 7°) » à dominance caillouteuse
 - a) sur gress
 - b) sur sables
 - c) sur marnes
- 10°) » à dominance limoneuse
 - a) sur gress
 - b) sur sables
 - c) sur marnes

13°) **TERRES SABLEUSES** profondes (*Pouparasses*)

TERRES SABLEUSES sur marnes (*Pouparasses*)

- 14°) » » » profondes.
- 15°) » » » peu prof.

16°) **TERRES MARNEUSES.**

17°) **TERRES LIMONEUSES** sèches, loessiques (*Pouparasses*)

- 18°) » a) profondes, généralement calcaires
- » b) peu profondes, généralement décalcifiées

19°) **TERRES LIMONEUSES ARGILEUSES** non mouilleuses

20°) **TERRES PALUSTRES.**

Les masques.

Il convient de dire maintenant que toutes les terres que nous avons pu définir, après des recoupements nombreux, se présentent à nous comme voilées ou recouvertes d'un « *masque* ». Seules des tranchées ou des coupes naturelles peuvent nous affranchir de la difficulté que nous éprouvons à classer exactement les terres qui se présentent ainsi, mais les unes et les autres sont rares. Il convient donc de dire quelques mots de ces masques très fréquents étant donné l'importance que nous attribuons à l'érosion et au ruissellement.

En fait, le demi-gress est le masque le plus répandu et le plus important comme nous l'avons vu. Mais il en est d'autres.

Si nous ne savons pas toujours de quelle façon s'est constitué ce masque que nous appelons le demi-gress, nous voyons se constituer sous nos yeux un *masque d'éboulis* le long de la côte de Bellegarde par exemple. Il est inutile d'insister sur ce mécanisme très simple dont nous avons d'ailleurs parlé. Dans le haut des ruptures de pente, il peut masquer complètement la nature du terrain.

Dans la coupe qui va de la Station de Bellegarde au Grand Plagniol, le terrain marneux apparaît dans le bas du talus, là où l'épaisseur de l'ébouils diminue et aussi parce que la culture a découpé la pente par des rideaux.

Mais ce masque occupe peu de surface dans notre champ d'étude puisque, comme nous le savons, les formes du terrain vives et jeunes y sont l'exception. On y observe, par contre, une autre forme de couverture superficielle des terres qui est d'ailleurs répandue dans bien d'autres régions, bien qu'il n'ait guère été étudié. On peut voir, par exemple, dans la garrigue nimoise, les terres rouges qui recouvrent les calcaires durs, recouvertes à leur tour, même dans les parties plates, par une sorte de pavage de calcaire anguleux qui cache complètement la terre et qui peut faire croire que le rocher est nu : c'est ce que nous appellerons un *masque de glissement*. L'explication de la formation de ce masque est assez difficile à donner. Les éléments sont détachés de la roche par fissuration superficielle habituelle par la gelée et par les racines. Mais on comprend moins leur déplacement sur des surfaces presque horizontales. On ne peut que penser à des glissements, de proche en proche, soit sur des surfaces devenues visqueuses, par imbibation, soit par enlèvement du support. Quoiqu'il en soit de son

explication, le transport de l'éluvium constaté par plusieurs géologues, peut se faire sur des distances considérables au point de tromper sur la véritable nature du sous-sol, du limon englobant des fragments de grès, venant d'une hauteur voisine, peut recouvrir plusieurs kilomètres de distance, un terrain constitué de schistes et de calcaires, ce n'est que dans les tranchées ou ravins atteignant la base de l'éluvium que l'on peut voir la véritable nature du sous-sol — le glissement de l'éluvium s'opère parfois sur des pentes très faibles, de quelques degrés seulement. (1)

Puis, après un recouvrement total de la surface à 100/100 cachant complètement la terre, mais sans que la couverture ait une épaisseur plus grande que celle d'un cailloux, tandis qu'elle peut être très épaisse dans le cas de l'éboulis, on voit les cailloux diminuer en nombre et laisser entre eux des espaces où la terre seule apparaît jusqu'à ce qu'on puisse les voir disparaître totalement. Dans ces deux cas le masque de glissement succède au masque d'éboulis. Mais sur beaucoup d'autres points, par exemple sur le flanc très atténué de la dépression du Balandran, seul existe le masque de glissement. On comprend que le masque d'éboulis, au-dessous d'une topographie vive, puisse être souvent *rafraîchi* et que son épaisseur augmente assez rapidement à l'échelle humaine, tandis que le masque de glissement ne change guère à nos yeux. Dans le premier cas, les terres masquées peuvent changer de nature assez rapidement, dans le second, elles gardent indéfiniment à nos yeux leurs caractères.

On voit qu'un apport de cailloux ou de graviers composés essentiellement comme ceux du gress par des éléments inertes peut changer complètement la nature d'une terre loessique, sableuse ou marneuse. Suivant que l'on appréciera davantage la fertilité ou l'infertilité, on pourra considérer ce masque comme un avantage ou un inconvénient. Mais si le masque est superficiel, comme c'est la règle, sauf au pied des talus d'éboulis, il peut faire complètement illusion sur la nature de la terre et il convient de l'écarter pour la juger. Sinon, on s'exposera à considérer comme infertiles des terres qui ne le sont pas. *Le masque du repos de la terre (de l'herme, la friche ou la jachère)* produit des effets contraires. Sur les terres de gress abandonnées depuis longtemps par la culture, et il en est de nombreuses, dans

(1) Fourmarier. Principes de Géologie, 1935, p. 139 et suiv.

notre champ d'études, en particulier dans la dépression du Balandran et même sur le Grand Plagniol, quand elles sont à faible pente, un autre masque se forme. Il est fait contrairement aux précédents, d'éléments fins, amenés nous l'avons dit déjà par le vent, la pluie, la neige et aussi et surtout par la végétation. Les mousses, les lichens, les graminées, puis la végétation buissonnante enrichissent la surface de leurs débris, c'est le début de la formation d'un sol. Peu à peu le cailloutis disparaît sous sa couverture et on ne voit plus émerger que quelques cailloux. Il sera alors à première vue parfois difficile de distinguer une terre herme de gress, d'une terre de demi-gress ou même de loess. Contrairement à ce qui se passe dans les cas précédents, on s'expose à juger fertile une terre qui ne l'est pas.

De vastes surfaces se présentent ainsi en Costière sous cet aspect énigmatique. Il faut un coup de pioche pour voir si l'on est sur un gress ou sur un demi-gress, ou un loess masqué, et dans ce dernier cas, un essai à l'acide chlorhydrique est nécessaire.

Ces trois masques sont d'origine naturelle. Un troisième est dû à l'homme, c'est le *masque des labours*. Nous avons vu précédemment comment le demi-gress pouvait de cette manière provenir de loess mélangé de gress, ou de gress mélangé aux marnes par remontée du gress dans un cas, par descente dans l'autre. C'est là un rafraîchissement comparable à celui dont nous venons de parler. Ici, il est constant, régulier et tout à fait à l'échelle de l'homme. Mais toutes les terres de gress changent d'aspect après les labours. Elles changent d'abord de couleur. Les cailloux lavés par la pluie reprennent une couleur plus foncée, due à la terre fine, celle-ci remonte et le masque de cailloux perd de son importance. Puis, peu à peu, sous l'influence de la pluie, les cailloux reprennent leur couleur, la terre fine disparaît dans le creux des sillons. Si ceux-ci sont en pentes, elle forme une petite couche sédimentée tout le long du sillon sitôt après le labour et avant la pluie, la terre paraît plus fertile qu'elle ne l'est, longtemps après elle paraît plus infertile qu'elle ne l'est.

Bien entendu, ces jugements empiriques où l'équation personne joue un grand rôle, doivent être précédées, comme nous l'avons fait, par l'examen détaillé d'un certain nombre de coupes naturelles et d'autant de tranchées que l'on peut faire creuser.

IV. — LES SOLS DE COSTIERE

Nous avons déjà assez longuement parlé des sols en Costière, mais on a vu que pour nous les formations que l'on pouvait considérer comme des sols étaient d'origine purement géologique, ou bien peut-être des sols fossiles. Il reste à voir ce qui dans la Costière relève exactement de la Pédologie actuelle.

En traitant au début de cette étude de questions de méthodes, nous avons insisté sur la distinction que nous faisons entre les terres et les sols. Pratiquement, le sol se reconnaît à ce qu'il contient de l'humus et à ce qu'il présente des agrégats, de formes diverses, dues à des fines particules liées entre elles par de l'humus, de l'argile ou du calcaire. Le sol est toujours le résultat d'un long repos qui permet l'action de la végétation et pendant lequel divers phénomènes, tels que la migration des bases, peuvent se produire dans son sein. Les sols remués perdent par la culture leurs caractères de véritables sols. Or, les terres dont nous venons de parler ont été remuées par la culture, au moins depuis l'époque romaine dont les vestiges sont nombreux dans la région, peut-être même depuis l'âge de bronze. Si les restes préhistoriques sont rares en Costière, ils n'en sont pas absents ainsi que nous l'a montré la récente découverte faite par M. Delassus, à Campuget. La culture à la houe ou à l'araire aurait suffi à faire perdre au sol sa structure primitive. La charrue et les tracteurs l'ont remué en beaucoup d'endroits plus profondément encore. C'est ainsi qu'une tranchée du Mas des Mourgues, près de Gallician, nous a montré à 0 m. 70 un fragment de tuile creuse moderne.

On doit donc chercher le sol dans la forêt. Malheureusement il n'est pas établi du tout, et il est même peu probable que les forêts de Costière puissent représenter la forêt primitive. L'image que l'on se fait habituellement de la forêt méridionale ayant couvert toute la région et ayant été pourchassée sans répit par l'homme qui n'en aurait laissé que des lambeaux est fausse. (1) Ainsi, il y a eu des avances et des reculs de la forêt comme des avances et des reculs de la culture. Si, en bien des points, la forêt a été détruite, en d'autres elle a gagné du terrain. On peut

(1) Marcelin (P). L'homme et la forêt dans le Gard. Comptes rendus. Ecole Antique, Nîmes, 1938.

penser que bien des bois de Costière sont d'origine récente et que, vers le milieu du siècle dernier, une plus grande partie de la Costière était cultivée. Ici, comme dans la garigue nimoise, il n'est pas rare de trouver des oliviers au milieu des bois témoignant d'une avancée rapide de la forêt. La présence d'un bois ne suffit donc pas comme garantie du repos prolongé du sol.

En tous cas, les friches à thym, les peuplements du *Cistus monspeliensis*, de *Genista spartium*, de *Pteris aquilina* fréquents à Bellegarde, ont été abandonnés depuis peu de temps par la culture à un point tel que l'on voit parfois encore la forme des sillons. Il y a cependant des parties de la Costière qui paraissent avoir conservé leur vocation forestière à travers les siècles, les bois de chênes verts (*Quercus Ilex*), mélangés à des chênes rouvres, (*Quercus pubescens*), que l'on trouve à Broussan en particulier, de même que les bois de Campagne de Signan, du Bolchet, de Saint-Bénézet, de Campuget au nord de la Costière. Certes, ni les uns ni les autres, même celui de Campagne le mieux conservé, ne représentent nullement la forêt primitive: l'envahissement par les pins pignons et les pins d'Alep qui ne sont pas spontanés, la trace des incendies, la pratique du taillis, le montrent jusqu'à l'évidence. Le sol forestier a naturellement subi, lui aussi, l'influence de ces évolutions progressives et régressives. Mais, à vrai dire, un repos, même peu prolongé, suffit à donner ou à redonner à une terre les premiers caractères d'un sol, c'est-à-dire pour nous, une structure où se voient des agrégats.

C'est pourquoi on peut dire qu'il y a vraiment des sols dans ces quelques lambeaux de forêts plus ou moins abîmées qui existent encore en Costière. De même, il y a tendance à la formation d'un sol dans ces terres incultes trop fréquentes dans ce pays.

Le sol forestier en Costière peut avoir comme roches-mères: les marnes, les sables ou le gress. Nous ne connaissons pas de forêts sur loess, et le sol forestier sur gress est le plus fréquent. Ces terres de gress dans leurs diverses variétés, sont des terres à vocation de vignoble de qualité. Mais toutes n'ont pas été défrichées et quelques-unes sont demeurées forestières. Le sol le plus caractéristique de la région est donc le sol sur gress ou demi-gress. Sous une litière de feuilles mortes peu épaisses, il montre un horizon A gris jaunâtre, d'épaisseur variable, mais ne dépassant guère 20 cm. de terre fine, plus ou moins chargée de

cailloux, légèrement humifiée dans sa partie supérieure feutrée par les racines et les radicelles et montrant les agrégats caractéristiques.

L'aspect de sable fin que présente ce sol fait penser à un lessivage. Il faut cependant noter qu'ici comme partout le sol s'enrichit à sa partie supérieure d'éléments fins qui lui sont apportés par la pluie, la neige et le vent. L'existence de la forêt n'est pas un obstacle décisif à cet enrichissement, les feuilles des arbres sont des collecteurs de poussière que la pluie fait tomber ensuite sur le sol. D'autre part, la pulvérisation sur place par la gelée, de menus graviers, provoque la formation de sables fins en une couche sans épaisseur qui s'observe sous tous les bois de Costière et, en particulier, dans la commune de Bellegarde, le long du chemin qui va de Gonnet à la Tour.

Il va de soi que sur gapan, ou sur gress mêlé de gapan, ce sol est rouge, mais cette couleur tient à la roche-mère, de même qu'il y a des sols rouges sur les bauxites des Bouches-du-Rhône ou de l'Hérault, sur du Cénomanién ou de l'Oligocène, dans le Gard (1). Il en est de même, sur les sables jaunes, quand celle-ci, ce qui est fréquent, est colorée par la terre rouge. C'est un tel sol qui a été étudié par Braun-Blanquet. (2)

Il n'est pas douteux que ce soit là un type de sol fréquent en Costière et sur d'autres régions à la surface d'anciennes alluvions caillouteuses, qu'elles forment des terrasses ou non.

Mais on ne peut pas considérer ce sol rouge comme le type des sols de Costière où, d'une manière générale, la couleur de ceux-ci est grise. Elle l'est non seulement sur gress, mais aussi sur marnes et même sur sables jaunes. Il en est de même du sol qui tend à se former sur les terres loessiques abandonnées par la culture, et sur les terres de demi-gress à dominance limoneuse.

Il est évident qu'en dehors de l'action perturbatrice de l'homme, qui tend à les détruire, ces sols ne sont guère favorisés dans leur évolution. La Costière est, en effet, une des parties les plus chaudes et les plus sèches de notre département.

(1) Marcelin (P). Essai de classification des formations rouges du Gard et des régions voisines.

(2) Braun-Blanquet (J). La chénaie d'Yeuse méditerranéenne.

Si nous nous basons sur les cartes établies par la Commission météorologique départementale, nous voyons, par exemple, en 1925, l'isohyète de 300 mm. passer au Grau, celui de 500 à Nîmes en 1924, celui de 600 au Grau, celui de 700 à Nîmes en 1923, celui de 550 m. au Grau, celui de 850 à Nîmes en 1922, celui de 226 au Grau, celui de 445 à Nîmes. D'autre part, ces différences apparaissent bien d'après les cartes données par de Martonne (1) : l'aire de moins de 500 mm. passe au Grau-du-Roi et coupe la Costière, de même la ligne de moins de cinquante jours de pluie passe au Grau, à l'embouchure du Vidourle, et s'en va vers l'embouchure du Petit Rhône, la ligne de moins de 25 mm. de pluie en avril va de Palavas à Arles, en traversant la Costière. Pour la température moyenne, nous pouvons adopter celle de Nîmes qui est de 14°. Il est probable qu'une partie de la Costière, celle qui est située sur les surfaces planes et que rien ne protège du vent du Nord doit avoir une température moyenne légèrement inférieure à celle de Nîmes qui est à l'abri de la garrigue. Par contre, les parties de la Costière situées à l'abri de la côte de Beaucaire-Saint-Gilles ainsi que les adrets des ravins aux environs de Beauvoisin, Générac, Vauvert, doivent avoir une température moyenne sensiblement plus élevée.

Il est intéressant d'établir, pour fixer nos idées sur le climat de la Costière, l'indice d'aridité suivant les formules de de Martonne ou d'Emberger. Mais en réalité, nous ne pouvons le faire que pour Nîmes où nous trouvons seulement des postes météorologiques donnant de suffisantes indications.

On peut prendre comme hauteur annuelle de pluie 710 mm. (2), ce chiffre a été obtenu par nous d'après 75 années d'observation, faites à l'Ecole Normale de Nîmes, en tenant compte de 15 années d'observations au poste de l'aérodrome de Courbessac, 14° 31 pour la température moyenne annuelle (3), 29° 53 pour la moyenne des maximum du mois le plus chaud, 2,31 pour la moyenne des minima du mois le plus froid.

(1) de Martonne (E). Géographie universelle, t. VI, la France, 1^{re} partie, 1942, p. 296.

(2) Billange (A). La garrigue de Nîmes. Bull. Soc. Languedocienne Géograph. t. XIII, 2^e fasc., t. XIV 1^{er} et 2^e fasc. donne p. 84 du tiré à part, une hauteur d'eau un peu supérieure de 748 mm.

(3) Chiffres donnés par M. Lebreton, Chef du poste météorologique de Courbessac.

On obtient ainsi avec la première de ces formules :

$$\frac{P}{T+10} = \frac{710}{14.31+10} = 29,20$$

et avec la seconde :

$$\frac{100 P}{2 (M+m) M-m} = \frac{100 \times 710}{2 (29.53+2.31) 29.53-2.31} = 81.92$$

D'après de Martonne et les cartes qu'il donne, la Costière doit se placer avec tout le Midi de la France, dans l'aire de l'indice d'aridité de 20 pour le mois de Juillet. Elle serait dans l'indice d'aridité de 30 pour l'année, mais bien près de l'aire de l'indice 20 qui se situe au sud-ouest de Montpellier, le long de la côte. Nous croyons que des observations continues mettraient ainsi la Costière dans la partie de la France qui a l'indice d'aridité le plus bas.

Pour Emberger (1), d'après l'indice que nous avons calculé, le climat de la Costière serait un climat méditerranéen, subhumide, à hiver chaud et à sécheresse estivale accusée. Mais sans doute est-il à la limite de ce climat et près du climat méditerranéen semi-aride.

Quoiqu'il en soit, ce climat, plus méditerranéen encore que dans d'autres parties du Gard, ne peut que contribuer à conserver au sol un aspect squelettique. Enfin, l'absence en Costière, sauf dans une partie occidentale très restreinte, de formes du terrain accusées telles que celles que l'on rencontre par exemple dans les canyons du Gardon, de la Cèze, de l'Ardèche, ne permet pas l'existence de microclimats d'ombre. Il en est de même pour des forêts claires plus ou moins ruinées, exploitées en taillis, dépourvues de futaies, sauf pour les bois de Campagne.

Tout cela contribue donc à donner au sol un caractère plus méditerranéen encore qu'ailleurs, c'est-à-dire le moins propice à l'existence d'un sol profond humique et évolué.

Les sols sur gress sont naturellement dépourvus de calcaire, les sols sur marnes, sables jaunes, loess, sont calcaires, mais accusent une légère décalcification par rapport à la roche.

Quant aux accumulations de calcaire, d'argile et de fer, nous avons vu leur grande importance. Mais le problème est de savoir s'il convient de leur donner une origine géologique (métasomatique) ou une origine pédologique.

(1) Emberger (L). Un projet d'une classification des climats au point de vue phytogéographique. Bull. Soc. Et. His. Nat. Toulouse, t. 77, 1942, pp. 97.

Nous avons déjà abordé cette question à propos du taparas et du gapan. Nous rappelons que la superposition habituelle du cailloutis blond sur le cailloutis rouge et la présence du niveau d'accumulation calcaire pourraient faire admettre pour le profil du sol en Costière, sur gress, la succession suivante, si l'on fait abstraction du loess :

A°.....	litière forestière	{	Eluvium
A1.....	terre fine grise		
A2.....	cailloutis blond		
B1.....	taparas	{	Illuvium
B2.....	argile rouge (gapan)		
C	cailloutis gris alluvial en place	{	Roche mère

Cependant nous écartons cette interprétation pour diverses raisons, notamment parce que cette succession ne se rencontre pas partout et en tous cas pas dans les terres colluviales à l'ouest de Vauvert. Souvent, comme à Pazac (Commune de Meynes), un puits laisse voir la terre fine grise reposant directement sur le cailloutis gris. Aussi parce que la règle est de voir l'argile rouge sous plusieurs mètres de cailloutis blond — il est difficile alors d'y voir un horizon. Enfin, parce que le taparas se produit un peu partout, dans les conditions les plus diverses.

Le sens et le résultat de nos recherches nous ont donc porté à admettre qu'il ne s'agit là que des phénomènes dûs au géodynamisme externe et à la métasomatose et qui donnent seulement des apparences d'horizons s'évanouissent quand on compare des séries de profils.

Peut-être cette conclusion sera-t-elle modifiée par de nouvelles observations. Au cours d'une excursion à Bellegarde, Franc de Ferrière nous a fait remarquer dans la gravière dont nous avons déjà parlé, un profil tout autre. Peut-être s'agit-il là encore une fois des sols anciens datant d'une époque quelconque du quaternaire tels que ceux qui ont été étudiés par lui dans la vallée du Rhin (1) et n'observons-nous sur divers points que des profils tronqués.

Mais alors il devient très difficile de distinguer ce qui, dans ces formations, revient véritablement au processus pédologique.

Quoiqu'il en soit, pour l'instant et objectivement, nous voyons en Costière :

(1) Franc de Ferrières. Géologie et Pédologie.

- 1° — *un sol gris à deux horizons peu évolué, mais à tendance climatique méditerranéenne, sur cailloutis, de couleur claire, sur marnes, sur sables, sur loess.*
- 2° — *un sol rouge à deux horizons peu évolué où la tendance climatique apparaît moins que l'influence de la roche-mère, sur cailloutis rouges, gapan ou loess décalcifiés.*
- 3° — *un sol noir intrazonal à deux horizons, sols de marais, sols palustres, dans certaines dépressions fermées, où la tendance climatique et l'influence de la roche-mère disparaissent.*

Il est assez difficile de placer les deux premiers de ces sols dans une classification générale des sols du Gard. Nous avons déjà dit qu'il nous semble que ces classifications sont encore un peu prématurées et qu'il convient de se livrer encore à bien des observations afin d'en arriver à une systématique définitive.

Il y a, en effet, dans le Gard, des sols qu'il est facile de classer, comme les *sols d'humus alpin* des massifs de l'Aigoual ou du Mont Lozère, ou comme les *rendzines*, encore que celles-ci soient extrêmement variables. De même se mettra-t-on d'accord sur la définition des *sols rouges méditerranéens*, même si l'on ne s'entend pas sur leur genèse. Mais il y a d'autres types de sols, à deux ou trois horizons, pour lesquels l'influence des roches-mères est prépondérante, par exemple en ce qui concerne la présence ou l'absence de calcaires mais pour lesquels la tendance climatique est incontestable. Mais elle est une résultante de facteurs dûs au climat régional qui est méditerranéen et de facteurs dûs à des climats locaux qui peuvent en exagérer ou au contraire en atténuer très sensiblement les effets. Cela se voit par exemple dans des forêts relativement protégées comme dans la forêt de Valbonne ou bien, très fréquemment, dans les hubacs des canyons calcaires, tels que ceux du Gardon, de la Cèze, de l'Ardèche.

Sans insister sur cette question, nous pouvons proposer une classification provisoire des sols du Gard qui serait la suivante:

Sols climatiques en montagne, à l'ombre ou à l'hubac.	humus alpin noir à deux horizons	vers 1.000 m. sur roches-mères diverses
	humiques sols à 2 ou 3 horizons	sur divers points au nord du canyon du Gardon sur roches-mères diverses y compris les terres rouges
Sols à tendance climatique en côteau ou en plaine, au soleil ou à l'adret, à 2 horizons.	rouges	sur schistes, granite, terres rouges ou roches rouges d'âges divers
	non rouges	rendzines sur calcaires marneux sols gris, jaunes, lithochromes, sur roches diverses
Sols intrazonaux	Sols salés (terres amères) Sols palustres de tourbières, de marais	

Dans la classification de l'Association Française pour l'Etude du Sol exposée dans le tableau que Bordas compte présenter à la conférence, 1 correspond à T1, 2 à U, N, et N2, 3 à 0, 2, 3, 4, 5, 4 à R, 5 et 6 à divers autres types présentés dans le tableau.

Braun-Blanquet a justement insisté sur les relations qui unissent ces sols, comme tous ceux de notre région aux associations végétales. 3 et 4 sont liés à l'association du *quercetum illicis* à laquelle ils sont favorables et dont ils tirent certainement une partie de leurs caractéristiques. De tels sols sous la forêt climatique de chênes verts sont essentiellement différents de ceux qui se forment sous les peuplements artificiels, créés par l'homme, de Pins d'Alep ou de pin pignons, où l'humus ne s'accumule pas, comme il le fait quoique en faible proportion, à cause du climat, dans cette forêt climatique. Le sol sur terres palustres, tel qu'on le voit par exemple aux Sources, dans le vallon de Sauzette (Commune de Bellegarde) au-dessous de Garrigas, et entre Rapatellet et Campagne, est associé à une forêt de lisière d'arbres à feuilles caduques qui est comme un prolongement, le long des ruisseaux et des lieux humides de la forêt de l'Europe tempérée. La conservation de l'humus, grâce à l'ombre, y est plus grande.

V — SUR LA PHYTOGEOGRAPHIE DE LA COSTIERE

La Géographie botanique de la Costière a été étudiée par G. Cabanès, Conservateur du Musée d'Histoire Naturelle de Nîmes, qui a publié, en 1912 et en 1924, le résultat de ses recherches. (1)

En 1912, il avait en quelques lignes défini la Costière, indiqué les stations botaniques principales, distingué la végétation des lieux ombragés humides de celle des bois, clairières et lieux secs et donné une liste des plantes les plus répandues et de quelques mousses. Il avait noté le mélange des chênes yeuses, des chênes rouvres, des pins d'Alep et des pins pignons et l'existence du maquis à Bruyères, Cistes et chênes kermès.

En 1924, après quelques aperçus sur le sol, sur la faune et l'économie de la région, il étudie les phanérogames dont il donne des listes pour les lieux ombragés et humides, les lieux cultivés, champs en herbe et terrains incultes, et les bois peu touffus, taillis et clairières et donne des listes de mousses et de lichens et insiste plus particulièrement sur les champignons.

D'autre part, Braun-Blanquet (2) dans sa remarquable étude sur la forêt d'Yeuse languedocienne donne, dans son tableau d'association, un relevé pris au Château de Beck (Commune de Vauvert) et un profil de sol dont nous avons déjà parlé.

Nous donnons ici le résultat de quelques observations faites en liaison avec notre étude de terres qui pourront peut-être compléter les travaux précédents.

D'une manière générale, en dehors de ces deux études, on est porté à croire que la couverture végétale est essentiellement formée par le chêne vert et ses compagnons habituels de la flore méditerranéenne et cela sur un sol essentiellement argilo-siliceux. La réalité est plus compliquée. Cabanès note cependant la présence du chêne pubescent soit isolé, soit en groupe. C'est là en effet un caractère très frappant et, en suivant la terminologie, proposée par Braun-Blanquet, on peut considérer que la Costière montre d'abord deux associations végétales principales : *l'association type du Quercetum Gallo-Provinciale* et la

(1) Cabanès (G). La végétation dans « Nîmes et le Gard ». Nîmes 1912, t. I, pp. 83-84-143.

Cabanès et Lagarde (J). Les « Costières » des environs de Nîmes. Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, t. XLIV 1924 et 26, pp. 95-129.

(2) Braun-Blanquet (J). La forêt d'Yeuse Languedocienne. Mémoires Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, 1936, n° 5.

sous-association du *Quercetum Gallo-provinciale pubescentetosum*. On peut vérifier partout l'exactitude de ce qu'en dit cet auteur, « au chêne vert s'associe toujours le chêne pubescent en assez grand nombre, favorisé par l'homme, il peut localement dominer — par l'élagage et la suppression de l'yeuse — les bois du *quercetum gallo-provinciale pubescentetosum* sont susceptibles d'être transformés en peuplement purs de chêne pubescent ».

C'est ainsi que le bois de Richard (Commune de Vauvert) et un petit bois voisin, tout près de la voie du chemin de fer, montrent cette évolution, certainement guidée, de l'association initiale du chêne vert vers celle de l'association mixte sur un rectangle de 200 mètres environ, on ne voit dans le milieu de ce petit bois que de jeunes baliveaux très serrés de chênes pubescents remplaçant des arbres plus gros, issus eux-mêmes de très grosses souches et la végétation est abondante. Le taillis est presque impénétrable. Le chêne vert y est rare et le sous-bois extrêmement réduit ne reprend son importance qu'à la lisière. Dans le bois de Richard lui-même, le taillis est ouvert, il est envahi par un pin pignon et par *Genista spartium*. On voit dans le sous-bois *Cistus monspeliensis* et *salviæfolius*, *Arbustus Unedo*, *Ruscus aculeatus*, *Asparagus acutifolius* et un tapis de lierre.

Nous ne pouvons pas donner dans ce résumé le détail de toutes nos observations sur la présence si fréquente du chêne pubescent en Costière. Il va de soi qu'il est particulièrement abondant dans les endroits frais et qu'il y prend, quand on l'a protégé, des dimensions considérables, notamment dans les grandes ravins et près des sources.

Notons cependant le bois qui se trouve dans le Grand Val (Commune de Beauvoisin). Aujourd'hui, complètement inculte, ce grand vallon très long, très bien dessiné et à fond large et plat, était autrefois cultivé, en céréales si l'on en croit le plan par masse de cultures de 1810. Il est probable que ce défrichement ne devait pas être bien ancien, puisque la section cadastrale dans laquelle il est compris porte le nom de « *Grand bois national* ». Il est actuellement revenu au bois, mais celui-ci présente ce caractère particulier d'être exclusivement composé de chênes pubescents. La futaie devait être assez serrée il y a encore peu d'années et avec de très gros arbres; les souches sont encore en très bon état. Actuellement, le bois se présente sous l'aspect paradoxal d'un pré-bois, avec une pelouse de *Brachypodium Phoenicoïdes* et de jeunes baliveaux espacés. Le tout

d'ailleurs est envahi progressivement par *Cistus monspeliensis*, *Genista spartium* et *Juniperus oxycedrus* qui viennent du sommet et colonisent les endroits les plus clairs. Le pin pignon suit la même voie, mais n'est encore installé que dans la partie antérieure du vallon.

L'association du chêne vert et la sous-association à chênes pubescents ne sont pas les seules que l'on puisse reconnaître en Costière. Bien que *Erica Scoparia* assez fréquente ne se rencontre pas partout et que *Lavandula Stoechas* y soit assez rare, il n'est pas douteux que l'association définie par ces deux espèces y soit fréquente.

Nous avons trouvé *Lavandula stoechas* dans la Combe Mègère (Beauvoisin) avec *Cistus salviaefolius* très abondant et *Cistus monspeliensis* subordonné, chênes pubescents et chênes verts. Elle est répandue autour de Gonet (Bellegarde). On connaît *Orchis picta* en Costière d'après de Pouzolx. D'autres espèces arbustives de l'association jouent un rôle important dans ces paysages végétaux. *Erica scoparia*, *Arborea cinerea*, *Calycotome spinosa*, *Calluna vulgaris*, avec les restes du *Quercion illicis* : *Quercus coccifera*, *Phyllirea angustifolia*, *Daphne gnidium*, *Osyris alba*, *Pistacia lentiscus*, *Lonicera implexa*, *Arbustus unedo*.

Mais les paysages végétaux ne se laissent pas limiter à ces trois associations. Celles-ci ont été fortement troublées par l'action de l'homme qui a détruit les équilibres naturels, favorisé telle espèce au détriment de telle autre, introduit certaines espèces ou détruit complètement telle autre. De plus, la variété des terres qui présente au moins vingt types différents, ainsi que nous l'avons vu, localise certains des éléments de ces associations mutilées.

Il n'est pas douteux même que des climats locaux ne jouent leur rôle bien qu'on puisse encore croire au premier abord que le climat ne présente guère de variations sur toute l'étendue de la Costière.

A ce dernier point de vue, les environs du Mas Blisson (Vauvert) sont particulièrement intéressants. Trois formations végétales se montrent autour du Mas aux mêmes altitudes. L'une est exposée au nord et se compose surtout d'arbres à feuilles caduques : chênes, ormeaux, frênes, l'autre exposée au sud, présente surtout avec quelques chênes pubescents des arbres à feuilles persistantes, chênes, phyllirea, lauriers, avec *lavandula latifolia*, *Aphyllantes monspeliensis*. La troisième, au sud du mas, dans des terres humides, montre des chênes pubescents, des saules, des peupliers, des frênes, des tamarix, les deux premières sont

sur des terres semblables, calcaires, également arides : sables jaunes et marnes de l'Astien, mélangés à des cailloutis libres. C'est un climat local qui différencie l'une de l'autre, les deux premières formations et un climat du sol qui caractérise la troisième également calcaire.

Ces différences d'orientation jouent certainement dans tous ces grands ravins qui entaillent la partie occidentale, soulevée et rajeunie par l'érosion de la Costière.

On peut se demander aussi s'il n'y a pas vraiment une différence entre le climat du sud de la Costière et celui du nord. Il y a une différence de dix jours environ entre les dates de maturité du raisin, ce qui en est bien une preuve. Le ravin de la Tuilerie de Bouillargues, exposé en plein nord, montre une végétation inextricable où avec le chêne vert, et ses compagnes habituelles, se voient en grand nombre des érables et des platanes qui masquent complètement le faciès de forêt sèche. Il est vrai que le ravin qui atteint les marnes plaisanciennes est par lui-même assez humide.

Par contre, au sud de la Costière, le bois du Mas Meynier, avec abondance de *Phyllirea angustifolia* et *Pistacia lentiscus*, prédominance du chêne vert et absence de chêne pubescent, paraît être un des faciès secs de cette région.

Les variations du sous-sol, celle des terres, bien plus importantes que celles du climat ne peuvent manquer de jouer un rôle dans la dispersion des trois associations végétales que nous avons indiquées et bien plus encore, dans celles des formations qui résultent de la dégradation de ces associations.

Les grandes variations donnent naturellement les formations les plus caractéristiques, c'est ainsi que l'on voit souvent en Costière des étendues de steppes à thym.

Elles se trouvent sur terres loessiques ou sableuses, ou sur le taparas quand celui-ci affleure sa surface. Si on trouve souvent du thym sur du cailloutis, c'est que celui-ci est mélangé de terre fine calcaire (demi-gress limoneux). Le thym est en Costière l'indice le plus sûr de la présence du calcaire ou de son voisinage immédiat. On le voit très bien, par exemple, sur les bords astiens de la dépression de Fourniguet comme dans le ravin de Vallongue.

Les fourrés de *Cistus monspeliensis* ne redoutent pas autant le calcaire qu'on le pense d'ordinaire. On le voit par exemple sur les terres sableuses qui sont très calcaires. Mais ils recherchent surtout les cailloutis et on ne les voit pas sur les surfaces de limons quand l'épaisseur de celui-ci est grande et qu'il n'a pas de cailloux en surface.

Les surfaces des terres marneuses ou sableuses quand elles ne sont pas entaillées de ravins profonds et humides sont remarquables par la pauvreté et l'aspect de sécheresse de leur végétation. Elles contrastent nettement avec les surfaces caillouteuses. Dès que le cailloutis est assez épais, il constitue, nous l'avons dit, une réserve d'humidité qui lui permet d'alimenter une population végétale beaucoup plus dense que les autres terrains. Ce contraste se voit très bien dans le bois de Beck, sur les pentes du ravin de Val-longue. On y distingue deux faciès, l'un à Pin d'Alep dominant, avec chênes verts, chênes kermès, lauriers-tins, genévriers oxycèdres, l'autre avec pins pignons dominants chênes blancs, cistes de Montpellier, genêts d'Espagne. Le premier, faciès de garrigues, est sur sable jaune, le deuxième, faciès de maquis, sur cailloutis emballés dans de la terre rouge.

C'est le taparas qui manifeste, de la façon la plus vive, l'influence des conditions edaphiques sur la végétation. Il ferme véritablement le sol comme nous l'avons montré précédemment. Il interdit la montée de l'eau en temps sec et sa descente en temps humide. Le 18 octobre 1943, après une pluie d'une journée, le plateau loessique entre Rapa-tellet et Saint-Antoine était couvert de mares, alors que le bois caillouteux de Campagne était entièrement sec; là où est le taparas, on ne cultive pas la vigne, au contraire, on la cultive sur le gress, le cailloutis libre, parce que le taparas qui le surmontait a été enlevé par l'érosion. C'est dans ces parties décapées que sont les bois. Là où le taparas est resté, on voit des steppes à graminées et à thym.

Si le loess, comme on l'admet d'habitude, est la formation superficielle des régions dépourvues de forêts, on peut admettre que c'est le taparas qui a fermé le sol à l'arbre et permis, sur un sol dénudé, l'accumulation des poussières, origine du loess.

De même que les dalles calcaires dans la garrigue, le taparas ouvre la végétation. Si dans le calcaire, une carte des fissures correspondrait à une carte des arbres, ce serait ici l'épaisseur de la terre fine et la continuité du taparas qui régleraient la répartition de la forêt.

Mais comme le taparas ne peut se former, selon nous, que si une source de calcaire existe en surface, il est probable que d'autres causes sont intervenues pour ouvrir la forêt, installée sur les cailloutis et que c'est dans ces brè-

ches que se sont répandues les poussières calcaires. Il y a eu une régression générale de la forêt due à la progression du taparas qui s'est faite de proche en proche et de bas en haut.

Ce sont là les modifications importantes que ces changements essentiels dans la nature du sol impriment à la végétation. Quant aux variations plus limitées dues à l'existence des variétés de terres que nous avons indiquées, elles se rencontrent à tout instant.

En remontant le vallon de Fontieulles (Vauvert) on voit, par exemple, la succession suivante:

<i>Niveau marneux supérieur de l'Astien (Source)</i>	<i>Futaie de chênes blancs, ormeaux, frênes, tapis de lierre serré</i>
<i>Cailloutis rouges</i>	<i>Chênes verts et chênes blancs, pins, lauriers, tapis de lierre plus clair, cistes de Montpellier.</i>
<i>Cailloutis blonds</i>	<i>Chênes verts dominant, Lavandulas stoechas</i>

Mais c'est dans le ruisseau d'Arène, à Vauvert, que l'on peut noter, comme nous l'avons dit, la superposition de matériaux les plus divers, par exemple:

<i>sol jaune à Brachypodium.....</i>	<i>0,30</i>
<i>lehm sableux rougeâtre.....</i>	<i>0,70</i>
<i>cailloutis dans un sable rougeâtre</i>	

ou bien:

<i>sol jaune à Brachypodium.....</i>	<i>0,10</i>
<i>argile rouge sableuse.....</i>	<i>0,20</i>
<i>sable jaune à poupées.....</i>	<i>0,30</i>
<i>cailloutis rouge.</i>	

Un autre exemple particulièrement intéressant est celui qui montre dans le même ruisseau sur de petites terrasses, la variation des terres et celle de la végétation.

		Taillis usé de chênes pubescents, avec <i>Cistus monspeliensis</i> , <i>Genista spartium</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Asparagus acutifolius</i> , <i>Smilax aspera</i> , tapis de lierre	
<i>Humus et litière sol gris poudreux</i>	0,15		
<i>Lehm jaunâtre à trous d'hyménoptères</i>	1,50		
		<i>Brachypodium phencoïdes</i> , Arum, Bryone	
<i>Sol jaune</i>	0,20	1,00	
<i>Terre roussâtre avec intercalation de cailloutis quartzeux</i>	2,00		
		lit du ruisseau	

Nous avons là un taillis usé, un peu partout, on assiste à l'envahissement dès que les taillis s'ouvrent par *Genista spartium* et *Pinus pinea*. Celui-ci est un grand colonisateur de la Costière à laquelle il donne un caractère méditerranéen et pittoresque très accusé.

Son extension y est relativement récente puisque les vieilles gens de Vauvert disent qu'il n'en existait pas, dans leur jeunesse, autour de leur village, alors qu'il y est très abondant aujourd'hui.

Toutes ces modifications et dégradations des associations initiales forment des complexes dans lesquels l'action de l'homme : défrichements, pâturages, incendies, a joué un grand rôle. Encore, dans les exemples que nous avons donnés, retrouve-t-on plusieurs des espèces qui accompagnent habituellement le chêne vert, le chêne pubescent, la bruyère à balais ou la lavande d'Hyères. Mais quand l'action de l'homme a été plus intense ou plus prolongée, on arrive à des formations où domine une seule espèce, comme les fourrés de *Genista spartium*, de *Cistus Monspeliensis*, de *Pteris Aquilina* (Balandran), de chênes kermès. Les environs du Mas d'Aigues-Vives montrent par exemple toute une série de collines, à l'est de la route de Saint-Gilles, où les sables jaunes sont recouverts par une brousse impénétrable de chênes kermès et de cistes de Montpellier.

En résumé, on peut dire que les bois de Costière se présentent sous cinq faciès différents :

- 1°) *les bois des terres constamment humides (terres palustres), ormeaux, chênes blancs, frênes, tamarix, saules, peupliers;*
- 2°) *les bois des terres sèches, mais assez profondes pour que les racines trouvent des réserves d'eau en profondeur: chênes verts dominant, chênes blancs subordonnés, bois ouverts, apparition des pins pignons, quelques touffes de chênes kermès. C'est le type de la plupart des bois de Costière;*
- 4°) *bois des terres sèches où le chêne blanc ne se rencontre plus, les chênes verts dominant, les pins abondent;*
- 5°) *enfin, sur les mêmes terres, l'abus de l'exploitation par l'homme aboutit soit à la brousse de kermès, soit à des peuplements de pins pignons avec sous-bois de Cistes (Cistus monspeliensis et salvioefolus et de grands genêts (Genista spartium)).*

VI — FERTILITE DES TERRES DE COSTIERE

La fertilité, dit Demolon (1), est « comme une fonction complexe de nombreuses variables dont la plupart ne sont elles-mêmes ni simples ni indépendantes ».

C'est pourquoi elle « n'est pas susceptible d'une définition absolue ; elle n'est que l'expression d'une constatation expérimentale, l'aptitude d'un sol à fournir des récoltes plus ou moins abondantes entre les mains de l'agriculture ».

Et c'est pourquoi l'agriculteur de Costière a une connaissance empirique très grande de la fertilité des diverses terres que nous venons de définir.

Il nous semble cependant que le fait de nommer, de classer, de décrire ces terres comme nous l'avons fait et d'étudier en détail leurs diverses propriétés physiques et chimiques comme nous demande de le faire la Commission du Plan du Bas-Rhône ne peut qu'augmenter et préciser les connaissances qu'en ont les agriculteurs et leur permettre d'en tirer un parti meilleur encore. S'il n'en était pas ainsi, ce serait avouer la supériorité de l'empirisme sur les méthodes scientifiques.

Pour l'instant, nous pouvons essayer de résumer du point de vue de la fertilité ce que l'observation nous a appris, en nous aidant aussi des quelques analyses qui nous

(1) Demolon (A). Loc. cit. p. 325.

ont été communiquées et en considérant les quatre facteurs dont parle S. J. Russel (1) : « une provision adéquate d'air et d'eau pour les racines, une production ou solution suffisamment rapide de matière alimentaire le transport suffisamment rapide de substances alimentaires aux racines et l'absence d'agents nuisibles ».

Il va de soi que la fertilité de nos terres « n'a de signification que relativement à des espèces particulières » (2). Les espèces robustes de conifères étrangers, d'arbres à feuilles caduques, spontanées ou introduites, que l'on voit prospérer sur terres palustres, dans le parc du Mas des Sources, pousseraient mal dans les parcs de la Marine ou du Mas Carlot, où sont de beaux arbres de la flore méditerranéenne sur gress ou sur loess. La vigueur des plantes et des arbres de cette sorte de forêt riveraine qui suit le ruisseau des Sources ne laisse aucun doute sur la fertilité de ces terres pour les espèces qui peuvent supporter un excès d'humidité. Par contre, les hermes rases, sortes de steppes à *Brachypodium ramosum*, de beaucoup de terres de plateaux caillouteux, montrent bien l'infertilité du gress sur taparas. La fertilité est donc d'abord variable avec la plante. Nous n'avons songé dans cette esquisse qu'aux plantes des cultures habituelles à la région.

Elle dépend essentiellement du profil hydrique. « Dans les régions méridionales, c'est l'eau qui limite la production du sol ». (3)

A ce point de vue, nous mettrons d'abord à l'écart les terres palustres, 20 (4), qui, quand elles sont mouilleuses, sont infertiles par saturation complète du profil. Au contraire, quand elles sont drainées, ce sont évidemment les meilleures terres de la région, comme on le voit dans la vallée du Vistre, ou dans la Palud de Jonquières ou à Campuget.

A l'autre extrémité sont les terres marneuses (16) à cause de leur imperméabilité, de leur compacité due à une forte proportion d'argile et à leur position topographique en pente. Cette infertilité se traduit par la piètre apparence de la végétation spontanée, comme on peut le voir au pied

(1) Russel (S. J.). Les conditions du sol et la croissance des plantes. Paris 1924, 4^e édition anglaise, p. 402.

(2) Russel (S. J.). Loc. cit. p. 401.

(3) Demolon (A). Loc. cit. p. 324.

(4) Les numéros correspondent à ceux du tableau des terres de Costière, v. p. 111.

de la côte, entre Bellegarde et Saint-Gilles. Elle est naturellement combattue par les façons culturales et fortement atténuée par la présence d'éléments caillouteux ayant roulé ou glissé sur les pentes.

Les terres les mieux alimentées en eau et en air, — la provision adéquate d'air et d'eau de Russel — sont les terres de gress ou de demi-gress, profondes (1, 3, 7, 8, 10, 11).

A considérer leurs surfaces, si rudement caillouteuses, et à songer au climat sec de la Costière, on se demande parfois comment le vignoble peut prospérer dans de telles conditions. C'est que ces cailloutis emmaganisent et rendent l'eau qui tombe, tout de même, avec un volume au moins égal à celui de la région parisienne. Et c'est pourquoi on peut y faire même de la culture fruitière.

Bien entendu, la présence du taparas nous l'avons vu, fait perdre au gress toutes ces qualités. Il en est de même pour la présence du gapan (2, 4) ou le peu d'épaisseur sur les marnes (5, 6).

Les terres sableuses profondes (13) et les terres limoneuses profondes (17) présentent ces mêmes caractères quoique à un moindre degré. Les sables jaunes comme les loess sont parfois argileux et le déplacement de l'eau y est moins rapide que dans les cailloux. L'importance des façons culturales devient ainsi bien plus importante. Ces terres perdent également leur avantage quand elles sont peu épaisses et superposées à des marnes (15, 18). Le pire est ce qui se passe parfois sur le plateau de Garons, une faible épaisseur de limon loessique sur le taparas. Après une courte période hivernale d'ennoyage, la terre devient par suite d'une évaporation intense, une sorte de sol de désert.

Le deuxième facteur de fertilité est pour nous celui de la structure. Il faut, on le sait, sans qu'il soit besoin d'y insister, que la terre soit ameublie et qu'elle possède une structure finement granuleuse : « cet état physique exige que les colloïdes, associés en proportion suffisante, mais non excessive aux éléments sableux, soient maintenus flocculés par le calcium auquel revient à cet égard un rôle spécifique fondamental ». (1)

A ce point de vue, les terres palustres non mouilleuses (20), une fois drainées et ameublées et les terres limoneuses et argileuses (19) viendraient en tête, puis les terres limoneuses sèches (17, 18). Les terres de gress au contraire

(1) Demolon (A). Loc. cit. p. 325.

viendraient en dernier lieu et d'autant plus qu'elles seraient profondes (2). La présence du gapan, la proximité et donc le mélange possible par la charrue d'autres terres diminuent cette infériorité. Les terres de demi-gress (7 à 12) participent de l'un ou l'autre caractère suivant qu'elles sont à dominance caillouteuse ou dominance limoneuse. Les terres sableuses peuvent se placer entre le groupe des terres à structures et des terres sans structures.

Après le facteur hydrique et le facteur de structure, il faut évidemment examiner un facteur décisif, celui de la plus ou moins grande abondance des éléments nutritifs. Comme ces éléments nutritifs sont utilisés par le complexe absorbant, ce sont les éléments minéraux susceptibles d'entrer dans la composition de ce complexe qui nous intéressent particulièrement. Nous sommes donc amenés dès l'abord à donner une grande importance à l'étude des éléments fins de nos terres. Nous pouvons poser en principe que les éléments des terres sont fertilisants en raison inverse de leurs dimensions et aussi en raison directe de leurs possibilités d'altération. La manière divisée qui constitue nos terres se présente à nous, nous l'avons déjà vu, sous trois systèmes, les *systèmes à dispersion macroscopique* au-dessus de 1 mm., les *systèmes à dispersion microscopique* de 1 mm. à 0,1, les *systèmes à dispersion colloïdale*, visibles seulement à l'ultra microscope. Ce sont les éléments de ce dernier système colloïdal qui servent à la nutrition des plantes et constituent le complexe absorbant, c'est dans la mesure où nos terres sont riches en éléments du troisième système qu'elles peuvent être réputées fertiles, au contraire dans la mesure où elles sont riches en éléments du premier système, qu'elles peuvent être réputées infertiles. Les quelques chiffres que nous avons donnés nous renseignent déjà sur la proportion relative de ces divers éléments dans nos terres. Mais la seule observation directe et de simples tamisages nous permettent de répartir nos terres dans plusieurs catégories. Une terre de gress prise sur le chemin des Sources au Balandran, dans une vigne de Clairettes nous a donné 80 % d'éléments supérieurs à 2 mm., c'est-à-dire appartenant au système à dispersion macroscopique. Les 20 % restant doivent comprendre les deux autres systèmes, mais la pauvreté évidente en argile et en humus montrent la différence du complexe absorbant.

Au contraire, les terres sur marnes où les éléments inférieurs à 1 mm. existent seuls ont un complexe absorbant saturé de calcaire, riche en argile et même relativement en

humus dans les sols de forêts. Mais leur imperméabilité diminue les effets de la composition favorable du complexe absorbant.

Les terres sableuses sont aussi éloignées des terres de gress que des terres marneuses par la taille moyenne qui est bien calibrée de leurs éléments. Elles contiennent du calcaire et leur complexe absorbant, bien supérieur à celui des gress, est bien inférieur à celui des marnes, mais il a l'énorme avantage de permettre la solution des éléments fertilisants.

Le groupe le plus favorisé est évidemment celui des terres palustres non mouilleuses, ou drainées et ameublées (20), celui des terres limoneuses argileuses (19), celui des terres limoneuses sèches, les demi-gress à dominance limoneuse, sous la réserve pour chacune d'elles que le peu de profondeur ou le mélange avec d'autres terres ne vienne pas détruire cet avantage. Les proportions d'argiles sont parfois assez faibles, mais elles existent toujours, enrobant au moins par absorption les éléments fins quartzeux.

Nous avons essayé ainsi de donner les caractères de fertilité de chacun de ces groupes relativement à chaque facteur. Il serait illusoire de les classer dans un ordre général de fertilité en combinant tous les facteurs puisque celle-ci ne peut s'appliquer qu'en fonction de la plante et que ce qui convient à la vigne ne convient pas nécessairement aux céréales.

L'analyse chimique peut nous faire pénétrer dans la véritable nature de ce complexe absorbant. Celles que nous possédons nous aideront à compléter ce que nous apprend l'observation.

« C'est le complexe argilo-humique qui constitue le mécanisme régulateur de la nutrition minérale des récoltes ». (1)

Nous pouvons nous attendre à ce que ce complexe soit mal équilibré dans les terres que nous avons décrites et à ce que la matière organique y fasse défaut. Les terres analysées par Bordas, d'après les échantillons que nous avons recueillis avec lui ou que nous lui avons communiqués, donnent les résultats suivants : en pourcentage de matières organiques :

(1) Demolon (A). La Dynamique du sol, 1932, p. 324.

terre rouge loessique — Campagne.....	2,4
terre de 1/2 gress rouge.....	0
terre des Poulets	0,6
terre de Bellegarde	0,36

Ce sont bien là les proportions habituelles dans notre région. Bordas donne de même, en dehors de la Costière :
 terre rouge loessique — Campefiel (Cne de Nîmes)... 0,8
 terre rouge sur calcaire — Rochefort-du-Gard..... 2,2

Dans ces conditions, on peut s'attendre à ne trouver qu'une très faible proportion de colloïdes humiques. « Dans
 « les sols minéraux, comme les limons renfermant 2 à 3 %
 « de matières organiques totales, la proportion d'humus ne
 « dépasse jamais 1 % ». (1)

Seules les terres palustres font exception (Campuget).

Nous ne dépassons ce taux que de très peu dans les sols proprement dits.

A Poulx, près de Nîmes, un sol forestier sur terre rouge loessique à *Quercus Ilex*, sur plateau calcaire, récemment défriché et transformé en champ d'asperges, nous a donné 1,31 de colloïdes humiques. A Saint-Siffret, près d'Uzès, un sol semblable, recueilli en compagnie d'Agafonoff, a donné à ce dernier 1,65 d'humus. (2)

A Collias, le sol gris sur loess sous *Quercus pubescens* que nous avons étudié avec lui n'a donné de même que 1,54 (3) assez loin de la surface, il est vrai, de 0,25 à 0,40. Aux environs de Nîmes, un autre sol gris sur calcaire marneux sous *Quercus Ilex* nous a donné moins de 2 % d'humus.

Le sol le plus riche en matières organiques que nous connaissions est celui que nous avons trouvé à Barbegal, près Arles (Bouches-du-Rhône) sous une brousse serrée de *Quercus coccifera* et *Ulex parviflora* qui a donné à Bordas 8,5 de matière organique.

La pauvreté en humus des terres et sols de Costière est donc très grande et il n'en pourrait être autrement.

La destruction est trop facile à cause du climat, de l'insolation, des pluies violentes, de la perméabilité de plusieurs de nos terres ou des labours profonds. Les résidus laissés par les récoltes et les fumures ne parviennent pas à com-

(1) Demolon. Loc. cit. p. 85.

(2) Agafonoff (V) et Graziansky (P). Contribution à l'étude des sols méditerranéens de France. Revue Géogr. Phys. et Géol. dynamique, 1933, vol. VI, fasc. 2.

(3) Agafonoff (V). Les sols de France au point de vue pédologique. Paris, 1936, tableau p. 96 bis.

bler ce déficit de carbone et d'azote. La couleur des terres gris clair, blanc, jaune, rouge vif, montre bien cette pauvreté. Seules les terres palustres de couleur gris foncé ont un taux de matière organique qui peut permettre un équilibre du complexe argilo-humique.

Quant à l'azote, les diverses analyses qui nous ont été communiquées pour des demi-gress donnent des proportions de 0,50 à 1,20 pour mille.

La partie argileuse du complexe est mieux assurée. D'abord l'argile originelle se rencontre dans toutes les terres que nous avons étudiées quoiqu'en proportion très variable. Ce sont les terres palustres et les terres marneuses qui sont le plus richement pourvues, jusqu'à être plastiques, il en est presque de même pour le loess décalcifié et pour le gapan, bien que l'argile y soit beaucoup plus sèche. Les terres sableuses comme les loess non décalcifiés, montrent leurs éléments enrobés dans un revêtement fait d'argile et d'oxyde de fer et qui est dû à l'absorption. Quant aux terres de gress, si elles montrent peu d'argile, elles ont la faculté d'en produire assez pour assurer le fonctionnement du complexe argilo-humique. Leurs parties sableuses, leur système de dispersion microscopique, qui est peu important, mais qui est toujours représenté, possède des particules silicatées, micacées, ou feldspathiques susceptibles de donner de l'argile par hydrolyse. C'est d'ailleurs de la même manière que se produit l'argile du gapan ou celle des loess rouges décalcifiés et argileux. Quant au calcaire dont nous savons le rôle flocculateur, nous avons souvent insisté sur sa présence dans les terres de Bellegarde et de Costière, sur son abondance et ses migrations, dans les terres loessiques marneuses, sableuses, palustres dans le taparas en particulier, nous avons vu que la masse profonde du gress blanchâtre en contient aussi. Nous nous sommes élevés contre une vue trop sommaire de la Costière, considérée dans son ensemble comme un pays manquant de calcaire et recouvert par une végétation uniquement calcifuge. Il convient cependant de considérer comme un trait certain de cette région que la partie supérieure des terres de gress, parfois même de demi-gress, est privée de calcaire qui, s'il existait, s'en est allé en profondeur, on a vu cette pauvreté par les analyses que nous avons données.

La pénurie de calcaire comme celle d'humus et d'argile rend incontestablement peu fertiles les terres de gress et de demi-gress, quand celles-ci ne sont pas trop limoneuses, caractères accusés encore par la descente rapide de l'eau et la profondeur de la nappe phréatique.

Il est possible aussi que certaines d'entre elles aillent vers d'acidité. Les études entreprises par Franc de Ferrières nous fixeront à ce sujet.

Ce n'était pas l'opinion habituelle. Bordas a trouvé un pH de 7,5 pour une terre loessique à Bellegarde. On s'attendait à rencontrer l'alcalinité, au moins la neutralité dans ces terres. C'était le sens d'une étude déjà ancienne sur la Costière. (1)

C'était aussi ce qui se dégageait de la série de chiffres donnés par Bordas (2) pour une quinzaine de sols du Gard, du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, dont le pH allait de 7,2 à 7,8.

Cependant l'une d'elles prise en Crau, sur cailloutis rouge pensons-nous, a donné à cet auteur un pH de 6,5. Il a trouvé une pareille acidité sur la terre rouge loessique de Campagne (6,6).

L'acide phosphorique, comme on pouvait s'y attendre, est peu abondant. Les roches et les minéraux qui en contiennent sont évidemment très rares dans le cailloutis rhodanien.

Muntz avait déjà noté cette pauvreté dans ces analyses de terres du domaine de Bellevue, à Gallician, au sud de la Costière. (3)

Une série de 27 analyses (4) faites au domaine de l'Ermitage (Commune de Saint-Gilles), dans des demi-gress, montre des proportions d'acide phosphorique qui vont de 0,24 pour mille à 0,52. Une autre analyse du même domaine donne un chiffre un peu plus fort: 0,73.

D'après les 27 autres, nous avons là des *terres pauvres* et même très pauvres, puisque sur les 27 une seule dépasse 0,5 pour mille. (5)

Les chiffres que Bordas a bien voulu nous communiquer pour d'autres types de terre confirment bien cette pauvreté.

Terre rouge loessique — Mas Laval, Bellegarde.....	0,20
Cailloutis rouge — Mas Laval, Bellegarde.....	0,15
Cailloutis rouge — les Poulets.....	0,60
Terre rouge loessique — Campagne.....	0,10

(1) Astruc (J) et Radet. Etude des sols de diluvium alpin au point de vue de l'acidité des terres. Ann. Agr. Vol. 6, 1925.

(2) Bordas (J). Essai d'Agronomie méditerranéenne. Avignon, 1946, p. 102.

(3) Muntz. Les vignes, recherches expérimentales sur leur culture et leur exploitation (Paris 1895).

(4) Communiqués par Jansen.

(5) V. André (G). Chimie du sol, Paris, 1921, t. II, p. 94.

La potasse et la magnésie, d'après Lagatu (1), seraient absentes des cailloutis grossiers, tandis que *les formes non caillouteuses* sans doute nos demi-gress, en contiennent des *doses suffisantes*.

Les 27 analyses du domaine de l'Ermitage montrent des proportions de potasse allant de 1,14 pour mille à 0,40.

Les analyses faites sur les demi-gress du domaine de Saint-André (Commune de Saint-Gilles) (2) donnent 1,71-1,64-1,42-1,81-1,70-1,69. Enfin, Bordas trouve pour les quatre terres citées plus haut, 0,40-0,30-0,50-1, chiffres sensiblement inférieurs.

Dans l'ensemble, il apparaît que la pauvreté en potasse est moins grande, ce qui s'explique par la présence des silicates complexes qui en contiennent toujours un peu de potasse.

La pauvreté de ces terres apparaît tout de suite si on les compare à une terre de limon alluvionnaire prise dans la plaine au sud de Bellegarde à 0,50 du sol (3) :

Argile	22,2 %
Limon	45 %
Calcaire	28,4 %
Matières organiques	4 %
Acide phosphorique	1,5 %
Potasse assimilable	4 %

Si l'on veut bien comprendre la raison de cette infertilité du gress et de ses différences avec les autres terres, de même que les propriétés diverses du demi-gress, à dominance caillouteuse ou limoneuse, il faut se rappeler ce que nous avons dit de la composition du cailloutis rhodanien, roche-mère de la terre de gress : les quartz, quartzites, silex, y sont de beaucoup les éléments les plus abondants.

Cette caractéristique du système dispersé macroscopique se retrouve dans le système microscopique et sans doute aussi dans le système colloïdal. Ces deux derniers d'ailleurs sont en proportion bien inférieure à celle du premier dans la masse du gress. L'argile elle-même au sens habituel du mot et à cette échelle colloïdale, n'est pas faite seulement de divers silicates d'alumine, mais aussi de fines particules de quartz. Or, ces éléments siliceux, s'ils ne sont pas absolument inattaquables, le sont du moins très difficilement et beaucoup moins que tout autre élément. Ils sont inertes

(1) Lagatu. Le vignoble de l'Hérault. Montpellier, 1900.

(2) Par Castel.

(3) Communiqué par Bordas.

relativement. C'est la forte proportion des éléments inertes qui caractérise les terres de gress, et, en partie, des demi-gress, c'est ce qui les distingue et les oppose très nettement à toutes les autres terres de Costière et de Bellegarde et leur donne une vocation agricole particulière. La recherche de ces éléments inertes pourrait suffire à classer ces terres.

C'est ce que disait Muntz (1) pour les terres de Gallician :
« On voit que ces terres, celles du sous-sol principalement,
« sont presque entièrement formées de cailloux siliceux, et
« que la proportion de terre fine est très peu élevée (229,31
« pour le sol, 168,30 pour le sous-sol) même entièrement
« séparée de ses matériaux inertes, la terre est d'une pau-
« verté remarquable — quant au sous-sol, il est notable-
« ment plus pauvre encore. Alors que la terre serait entiè-
« rement constituée par les éléments fins, elle devrait
« encore être regardée comme étant bien inférieure à la
« moyenne des terres arables. Mais si nous l'envisageons
« telle qu'elle est en réalité, avec l'énorme quantité de
« cailloux inertes qui l'encombrent, nous trouvons dans un
« cube de terre donné une si infime proportion de substan-
« ces fertilisantes que nous comprenons difficilement que
« la vigne puisse y prospérer ».

(1) Muntz, loc. cit. p. 105.

VII

ADAPTATION DES CULTURES AUX TERRES ET CONNAISSANCE DE LA COSTIERE

Sous la réserve des corrections que pourront apporter l'emploi de méthodes chimiques et physiques perfectionnées, ce que nous avons dit des terres confirme l'opinion empirique des agriculteurs de ce pays. En employant les termes dont ils se servent, ils les classent ainsi au point de vue de la fertilité, d'après les produits qu'ils en obtiennent : d'abord les terres asséchées des marais, puis les pourparasses profondes, puis les demi-gress et enfin les gress.

Mais en cela se manifeste cette sorte « d'ambiguïté » qui caractérise la Costière, le double aspect sous lequel on peut la considérer. Rien ne paraît plus infertile, nous l'avons vu, que certaines terres de gress. Mais rien n'est plus favorable, nous l'avons vu aussi, à la culture de cette plante que l'on disait faite pour le gress, ici comme ailleurs : la vigne. Malgré des erreurs grossières, telles que celle de l'extension de la culture du tournesol pendant la guerre — mais celle-ci n'était pas le fait des gens du pays — malgré l'influence des variations des conditions économiques qui peuvent parfois contrarier ce que le milieu naturel paraît commander, une agriculture millénaire a mis, comme partout, dans le monde méditerranéen, et ailleurs, chaque culture à la place qu'elle doit occuper. Il y a quelques prairies, des arbres champêtres et des arbres d'agrément sur les terres palustres des ruisseaux des Sources et de Sauzette. Les terres de loess, nous avons vu, sont occupées par des céréales, sans doute, depuis les débuts de l'agriculture. Bien des traits du paysage, à Bellegarde, comme dans toute la Costière : champs d'oliviers ou arbres isolés, muriers, amandiers, figuiers — sont la preuve de l'existence jusqu'à une époque très rapprochée de nous, d'une polyculture semblable à celle de toute la France méditerranéenne.

Dans les cahiers de doléances envoyés par la sénéchaussée de Nîmes aux Etats généraux on trouve pour l'énumération des ressources de Bellegarde : amandiers, muriers, vigne, blé, fourrages (1).

(1) MAZIER (P) L'habitat rural dans la Costière des environs de Nîmes. (Diplôme d'Etude supérieures de géographie) 1942. Manuscrit p. 22.

Si les terres de loess étaient particulièrement réservées aux céréales qui tenaient une grande place dans cette économie agricole, la vigne aussi faisait partie de cette économie et les terres choisies pour la vigne étaient les terres de gress ou de demi-gress. On voit fort bien, sur le Grand Plagniol par exemple et partout ailleurs que les champs qui ne sont pas plantés en vigne sont beaucoup plus riches en terre fine que les autres. Ce sont aujourd'hui des hermes parce que la culture des céréales a été négligée devant l'importance considérable prise par la culture de la vigne depuis le passage de la polyculture à la monoculture.

Le souci des grands rendements a fait utiliser quelques terres loessiques ou palustres sur les bords des ruisseaux des Sources, de Sauzette, de ceux qui trouvent entre les routes de Manduel ou de Jonquières, pour des plantations d'hybrides à grand rendement, parfois cultivés sur fils de fer. Mais dans l'ensemble, la vocation des terres apparaît très nettement : *la vigne est l'apanage du gress et du demi-gress, graveleux ou limoneux*. Cette association de la vigne avec les terres infertiles pour la production de vins de qualité est la tradition viticole d'une grande partie de la Costière.

Cette tradition est bien ancienne, déjà à la fin du seizième siècle Olivier de SERRES parle « des vins friands et clarets de Canteperdrix » près de Beaucaire (1).

Vers la même époque, une compagnie de négociants de Hambourg fit acheter une quantité considérable de vin en Languedoc. On en a enlevé plusieurs centaines de muids à St-Gilles (2).

En 1774, un état de la production en muids par communauté en paroisse du diocèse de Nîmes (3) cité quinze localités de la région qui nous intéresse : St-Gilles, vient en tête avec 3.135 muids, puis Beaucaire, Vauvert, Bellegarde, Générac, Beauvoisin.

Non seulement la production de ces vins était importante mais l'intendant BALLAINVILLIERS qui a exercé ses fonctions de 1786 à 1789 nous confirme que les vins de St-

(1) de SERRES (M) Théâtre de l'Agriculture T.I. p. 349.

(2) Archives départementales de l'Hérault B. 200 cité par SORRE.

(3) Archives départementales de l'Hérault, Série C. Etats 694 cité par SORRE.

Gilles sont recherchés par les marchands de Paris et qu'ils sont envoyés habituellement vers le Nord, ainsi que ceux de Bellegarde (1).

C'est une tradition plus que centenaire, mais il serait puéril de nier que, depuis la reconstitution du vignoble, après la crise phylloxérique, les cépages à grande production ou à grosse couleur ont fait baisser parfois un peu cette réputation. Il ne faut pas s'en étonner sur ces terres infertiles où des rendements minimes à l'hectare sont loins de payer toujours la culture.

Cette baisse de la qualité ne s'est pas produite dans la commune de Bellegarde que nous prenons souvent comme exemple parce que les cépages adoptés depuis longtemps, le raisin blanc de clairette est resté sur les terres de gress et de demi-gress. Cépage essentiellement méridional, vigoureux et rustique, la clairette s'est parfaitement accommodée des terrains secs et pauvres que nous avons décrits. Il y a corrélation étroite entre les surfaces qui portent les vignes de claires, les blanquières et l'affleurement de gress et demi-gress. Ce cépage, cette variété botanique, est devenue en quelque sorte le réactif biologique de ces terres comme dans les hermes, le *Cistus monspeliensis*, ou plus exactement le *Cistus salvioefolius* indiquent les sols en reconstitution et privés de calcaire. Réciproquement, dans la région que nous étudions, les terres de gress et de demi-gress, sont les seules terres qui conviennent à la clairette si l'on veut qu'elle produise des vins de qualité. C'est l'infertilité même de ces terres qui est la cause de cette qualité du vin.

C'est là un phénomène bien connu qui se retrouve dans d'autres régions de vignobles et par exemple dans les graves de Bordeaux, un milieu originairement plus riche en sable fin, limon et argile appauvri, en position favorable à l'évolution climatique du sol, en bordure de plateaux ou en larges collines, position qui réunit également tous les autres avantages de l'aération, de l'exposition et de l'assainissement naturel, position qui a été de tous temps re-

(1) DUTIL (L) L'état économique du Languedoc à la fin de l'ancien régime p. 843.

cherchée par les vigneronns avertis bien qu'ils doivent payer ces avantages d'une culture plus onéreuse — telle est la définition d'un cru célèbre (1).

L'obtention de la qualité dit M. DEMOLON (2) correspond essentiellement à l'adaptation d'une variété bien choisie à un milieu physique déterminé. Ce dernier est représenté par l'association « sol-climat » dont nous trouvons l'application dans le concept moderne de types ou de sous types génétiques du sols. L'heureuse réalisation de l'association précédente caractérise ainsi un cru notion classique.

En dehors de la commune de Bellegarde, les terres de gress et de demi-gress, portent des vignobles qui, si les cépages sont choisis convenablement, donnent pour les mêmes raisons édaphiques et climatiques, en rouge, des vins de qualité dont la valeur est comparable à celle de la clairette.

Ce vignoble a faible rendement, mais à haut degré d'alcool et à bouquet délicat, a succédé peu à peu à la polyculture ancienne, ou, du moins, à pris la place principale. Dans l'économie rurale, c'est lui qui a fait, aux époques favorables, la fortune des gros villages et des domaines de cette région. Une année propice faisait véritablement ruisseler l'or en Costière.

Malheureusement, la crise économique, la surproduction, la concurrence algérienne, la mévente, sont venues obscurcir ce tableau. Les autres terres de Costière dont nous avons donné une classification détaillée n'occupent pas assez de place pour éviter les dangers de cette monoculture.

Les terres sableuses et marneuses sont, nous l'avons vu en bois ou bien en vignes qui ne se comportent pratiquement pas autrement que les vignes sur gress ou demi-gress.

Les excellentes terres limoneuses, pa'ustres, non mouilleuses, qui bordent la Costière, en Vistrenque ou en Camargue non salée, ne se retrouvent qu'exceptionnellement dans les dépressions fermées, telles que celle de Campuget. Restent les pouparasses, les terres limoneuses, loessi-

(1) LAFFORGUE (G) RIEDEL (C E) et F. de FERRIERES (J) Les graves de Bordeaux - Loc. cit.

(2) DEMOLON (A) Principes d'Agronomie T. II - Croissance des végétaux cultivés p. 399.

ques. Ce sont elles qui permettaient cette polyculture ancienne ; mais nous avons vu que si elles sont excellentes quand elles sont profondes, elles deviennent mauvaises si elles sont peu profondes et détestables si elles ne recouvrent le taparas que de quelques centimètres. Dans les conditions favorables, elles ont été les premières terres à blé. Puis les fourrages artificiels ont alterné avec le blé.

Enfin, une production curieuse s'est développée spécialement sur le plateau de Garons, caractérisée par l'horizontalité de sa surface et le développement ininterrompu des terres, limoneuses loessiques. C'est celle des plants de vigne racinés. La terre y est soumise à des façons fréquentes, sorte de « dry-farming » que permet la légèreté du sol, mais qui permet aussi de profiter des réserves d'eau en diminuant l'évaporation.

Mais le problème capital qui se pose en Costière n'est pas celui des cultures, c'est celui de la valorisation des vins que l'on y produit, sous la pression de cette obligation édaphique et climatique. C'est le but qui a été poursuivi par les Syndicats de viticulteurs qui ont obtenu en 1942 pour les vins blancs de clairette et pour les vins rouges, à cépages définis, le bénéfice de l'appellation d'origine.

Il ne nous appartient pas de traiter ici de cette question d'ordre économique. Cependant, le fait que nos recherches et nos travaux antérieurs nous ont amené à connaître bien des traits de cette région, nous permet de dire, que, quelles que soient leurs modalités, toutes les mesures qui tendraient à protéger ou à développer la production des vins de qualités sur terres de gress ou de demi-gress, sera heureuse au point de vue social.

C'est la vocation du gress, « cette bonne nourrice sèche » (1) que de produire des vins de qualité, on ne saurait lui en attribuer d'autre. Il serait vain d'imposer à ces terres, par esprit de système, une polyculture archaïque qui les trouverait inertes. Il serait regrettable par contre, par paresse ou par une conception bornée à des profits immédiats, de laisser disparaître les cépages choisis et de les voir remplacés par d'autres à grands rendements et à qualité médiocre. Mais si l'on veut utiliser et protéger cette voca-

(1) Lagabut (4) *Le vignoble de l'Hérault - (Enologie de l'Hérault - Montpellier 1900,*

tion, il convient que le viticulteur, obligé à beaucoup de soins et de sacrifices et exposé à bien des risques, soit convenablement payé de son labeur. Si on obtient ce résultat on aura contribué au développement harmonieux de cette civilisation de la vigne qui se manifeste d'une façon si frappante par la belle tenue générale du vignoble à Bellegarde et dans toute la Costière, et aussi par l'importance et l'animation des villages et des mas ; et l'aptitude des vigneron de ce pays à suivre les progrès des techniques agricoles, économiques et sociales.

Le bénéfice de l'appellation d'origine demandait une délimitation détaillée. C'est en partie dans ce but que nous nous sommes livrés à cette étude des terres de Costière, avec nos amis Cabanne et Castel. Nous l'avons fait volontiers, heureux de servir une cause qui nous paraissait juste.

Nous étions persuadé que nous pourrions servir aussi la connaissance des formations superficielles de l'écorce terrestre à laquelle nous nous sommes attaché depuis de longues années.

On en jugera par ce travail. Peut-être contribuera-t-il au progrès des sciences pédologiques. Et aussi, d'une manière plus générale, à une connaissance plus exacte de l'une des parties du milieu méditerranéen.

Il nous semble que cet ensemble d'observations doit nous donner, de la Costière, une vue moins sommaire que celle que l'on en avait.

Nous avons vu, avec DENIZOT, que ce n'est certes pas uniquement une région de terrasses alluviales, ni une région dépourvue d'accidents tectoniques. Nous avons vu que l'érosion normale n'y est pas la seule à s'exercer, que cette région n'est pas uniquement siliceuse, puisqu'elle possède des sources importantes de calcaire, que le paysage végétal n'y montre pas seulement des bois de chênes verts, que si la culture de la vigne peut et doit faire sa fortune, la Costière a aussi des bois, des pâturages secs, des champs de céréales, des oliviers, des pépinières. Enfin, nous avons vu que ce n'est pas une région que l'on puisse définir, comme on l'a fait souvent, par le fait qu'elle est formée par des masses d'anciennes alluvions rhodaniennes. On n'avait pas tenu compte du temps qui s'est écoulé depuis le dépôt des alluvions rhodaniennes et de la diversité et de la complexité des phénomènes qui ont modifié la sur-

face primitive. On n'a pas résisté à cette sorte de suggestion du « Diluvium » et on a donné de la Costière des représentations simples alors que la réalité était infiniment plus complexe.

C'est par l'observation seule, sur le terrain, que nous arrivons ainsi à une connaissance plus intime, non seulement des terres et des sols, mais aussi des divers aspects de cette région.

C'est la méthode de la Géographie. C'est aussi celle que nous proposons pour cette partie de la Pédologie qui précède les travaux du laboratoire.

En bref, cette méthode, c'est l'observation de la nature qui est à la source de toute connaissance et qui demeurera féconde à tout jamais.

TABLE DES MATIÈRES

Avant propos	5
------------------------	---

QUESTIONS DE METHODES

I	La Pédologie définie comme une science d'observation	9
	Distinction entre les sols proprement dits et les terres (<i>présols, sols remués...</i>) . . .	9
II	Méthodes d'observations : géographiques géologiques, pédologiques	13
III	Classification ; fertilité ; cartographie. Géologie des terres et des sols	25

TERRES ET SOLS EN COSTIERE

I	La Costière, <i>définition et délimitation</i>	30
II	Les roches en Costière : <i>Pliocène marin, Quaternaire, Continental</i>	32
III	Formes du terrain en Costière : <i>côtes, terrasses, surfaces planes, ravins, vallées normales</i>	38
IV	Les terres de Costière : <i>Terres marneuses, sableuses, caillouteuses, le taparas, le gress, le gapan, (comparaison avec les terres rouges méditerranéennes). Terres loessiques (comparaison avec les terres loessiques du Gard). Terres de demi-gress, limoneuses non mouilleuses, palustres. Classification des terres de Costière, les masques</i>	52
V.	Les sols de Costière — <i>Conditions climatiques sols rouges, gris, noirs, comparaison avec les autres sols du Gard</i>	114
VI	Phytogéographie de la Costière — <i>Espèces principales, conditions climatiques et édaphiques de leur distribution. Les cinq sortes de bois.</i>	122
VI	Fertilité des terres — <i>Profil hydrique, structure, éléments nutritifs, complexe absorbant.</i>	129
VII	Adaptation des terres aux cultures — (<i>Vocation de la Costière aux vins de qualité</i>). <i>Connaissance de la Costière, sa complexité. Rôle de l'observation</i>	138

*Ouvrage publié grâce à l'aide financière du
Syndicat des Vignerons de Costière, du Syndicat
de producteurs de Clairette de Bellegarde et de
la Commission du Plan du Bas-Rhône, Ph. Lamour
étant président de ces associations.*

Imp. Chastanier Fres et Alméras — NIMES.

JEAN BORDAS

Ingénieur Agronome

Lauréat de l'Institut

Correspondant National de l'Académie
d'Agriculture de France

ESSAI D'AGRONOMIE MÉDITERRANÉENNE

*Comment aménager un domaine agricole
dans la Région du Bas-Rhône*

PRÉFACE DE

A. DEMOLON

Membre de l'Institut

Inspecteur Général de l'Agriculture

AVIGNON

IMPRIMERIE RULLIÈRE FRÈRES

1946

HOMMAGE DE L'AUTEUR

V. S. L.

ESSAI D'AGRONOMIE
MÉDITERRANÉENNE

ERRATA

Page	Ligne	Au lieu de	Lire
41	2	Centres	Centre
47	28	p...	p. 106 et suivantes
77	17	à propose	à propos
78	22	loups	loupes
140	6	exemplaires	exemples
142	36	L'oxido-réduction	L'oxydo-réduction
166	29	sept jours, demi	sept jours et demi
181	11	en Boussingault	et Boussingault
208	9	pondingue	pondingue
210	40	sols peu calcaires	sols salins peu calcaires
223	5	Ausset et Cabanon	Ausset et Cabasson
233	7	rive droite	rive gauche
257	23	utilisation du fermier	utilisation du fumier

JEAN BORDAS

Ingénieur Agronome
Lauréat de l'Institut
Correspondant National de l'Académie
d'Agriculture de France

ESSAI D'AGRONOMIE MÉDITERRANÉENNE

*Comment aménager un domaine agricole
dans la Région du Bas-Rhône*

PRÉFACE DE
A. DEMOLON

Membre de l'Institut
Inspecteur Général de l'Agriculture

AVIGNON
IMPRIMERIE RULLIÈRE FRÈRES

1946

*A mes Camarades AGROS et AGRIS,
praticiens et fonctionnaires agricoles de la
région méridionale, à tous les Agriculteurs
avertis qui veulent aménager leur domaine
sur des bases rationnelles et scientifiques.*

PRÉFACE

Notre littérature compte d'excellentes monographies agricoles. Celles-ci sont plus souvent départementales que régionales et on pourrait souhaiter l'unification du plan adopté par les auteurs de façon à pouvoir les raccorder. Ces travaux très utiles condensent des documents statistiques qui fixent l'état de notre économie rurale. Ils permettent plus difficilement de situer celle-ci dans le cadre des possibilités naturelles et d'orienter les modifications à envisager lorsque la situation générale de la production le commande.

Tout autre se présente le travail de M. Jean Bordas, Directeur de la Station Régionale de Recherches Agronomiques d'Avignon ; depuis une quinzaine d'années, ce dernier a été l'animateur des études pédologiques dans la région méridionale. Il a su grouper les spécialistes de l'étude du sol et associer en une heureuse synthèse les diverses disciplines sur lesquelles cette étude doit s'appuyer. Une large documentation lui a permis d'écrire l'ouvrage qu'il m'a demandé de préfacier et dont je suis heureux de souligner le vif intérêt. Il comporte de nombreuses cartes et un lexique des termes techniques qui le rendront accessible à tous.

L'une de nos préoccupations essentielles en Agronomie doit être la caractérisation du milieu. L'homme ne peut évidemment le modifier que dans des limites assez étroites, mais il doit le connaître pour s'y adapter. M. Bordas étudie la Basse Vallée du Rhône au point de vue géographique, topographique, climatique, pédologique, hydrologique et botanique. Il en déduit les principes directeurs de l'aménagement rationnel d'un domaine agricole situé dans cette région. Ces principes concernent la connaissance, la conservation et le travail du sol, l'eau, l'humus, la fertilisation, les assolements, la protection climatique des cultures, le choix des cultures et des variétés ; ils sont très différents de ceux applicables aux autres régions naturelles de la France.

En effet, la région provençale se caractérise à la fois par un chiffre d'indice d'aridité très faible, qui appelle l'irrigation, par des contrastes heurtés et par les fluctuations qu'elle a connues dans sa situation économique et ses cultures.

Dans les sols rouges sur calcaire de la haute Provence, la culture de la lavande a préservé de l'exode une région déshéritée. Les sols des terrasses fluviales non arrosables ne peuvent porter qu'une culture rémunératrice : la vigne à appellation « Côtes du Rhône ». Ceux qui sont irrigables conviennent aux cultures maraîchères (artichauts, melons, pommes de terre, tomates, primeurs), à celle des fraises (apparues en 1882 dans la région de Carpentras) et aux prairies artificielles (Crau). Certains sols squelettiques conviennent à l'abricotier, au cerisier, à l'asperge, tandis que l'olivier ne trouve qu'imparfaitement le milieu qui lui convient. Enfin, les sols loessiques de la moyenne vallée du Rhône constituent de bonnes terres de culture.

Félicitons-nous de cette nouvelle occasion de constater que l'agriculture comparée, créée à l'Institut Agronomique par E. Risler, s'appuie de plus en plus sur des bases scientifiques et que ses enseignements sont susceptibles de guider l'agriculture avec un degré de sécurité accru. Toutes les Stations Agronomiques devraient aujourd'hui s'engager dans la voie tracée par M. Bordas qu'on ne saurait trop féliciter de l'œuvre qu'il a accomplie ; celle-ci rendra les plus grands services.

A. DEMOLON,

*Membre de l'Institut,
Inspecteur général de l'Agriculture.*

AVANT-PROPOS

« Le fondement de l'Agriculture est la connaissance du naturel des terroirs que nous voulons cultiver, soit que nous les possédions de nos ancêtres, soit que nous les ayons acquis ».

Olivier de SERRES.

(Théâtre de l'Agriculture et mesnage des champs. — Livre I. — Chapitre I, paragraphe I)

L'Industrie et l'Agriculture ont accompli à l'étranger, durant la guerre qui vient de s'achever, d'immenses progrès techniques : mais, hélas ! au milieu des nombreuses vicissitudes qui ont précédé notre libération, nous ne nous en sommes guère aperçus. Nous sommes, de ce fait, lourdement handicapés à l'heure actuelle.

Nos paysans, malgré les difficultés énormes qui risquent de paralyser tous nos efforts de rénovation, vont avoir un grand rôle à jouer, puisque c'est sur leur travail que repose, en somme, tout le fragile édifice de la civilisation.

Cependant, il ne faut pas oublier que, quiconque répondant à cet appel de la terre, ne s'improvise pas agriculteur. Le sol demande un *Maître* et, c'est en se soumettant à ses lois, que le laboureur averti lui impose des moissons dont il tire sa nourriture et quelques bénéfices.

Vigilante et constante doit être l'emprise du terrien sur la glèbe. C'est une lutte incessante qu'il engage contre les puissances de l'air, de l'eau, du sol, contre les animaux et les végétaux nuisibles et contre l'homme lui-même. Et il est des moments, comme ceux que nous traversons, où ce séculaire combat se fait plus âpre encore. Si endurant et courageux qu'il puisse être, le paysan doit être armé pour le soutenir victorieusement. Notre devoir est justement de lui forger ces armes, de les mettre en mains de ce soldat, éternel défenseur de notre sol.

Il nous faudra convaincre et guider d'une part le citadin nouveau venu à la terre et qui, avec ses idées préconçues, veut tout bouleverser de fond en comble et, d'autre part, le vieux rural croyant à l'avarice sordide de la terre qui ne peut donner, selon lui, que ce qu'elle peut. Bien souvent ce dernier, livré à lui-même, est le fer-

mier (abandon à bail, selon l'expression si imagée d'Olivier de SERRES), d'un propriétaire lointain et qui pratique cet « absentéisme » inexcusable à l'heure présente. « La terre est jalouse » disent les paysans ; c'est qu'elle exige de celui qui la possède une surveillance et des soins continus ; elle ne tolère *aucune absence*, car, si on l'abandonne, elle répond par la ruine.

Soumis plus qu'aucun autre aux forces de la nature, le cultivateur doit les observer, les connaître, afin d'en tirer parti. Il doit s'appuyer sur les progrès des sciences physiques et naturelles et accorder les nouvelles méthodes avec les leçons de son expérience séculaire, car son but est actuellement de « produire » davantage, le mieux possible et dans des conditions les moins onéreuses.

Au cours de ce travail, j'ai voulu présenter au lecteur, dans un cadre local pris comme exemple, tout d'abord les facteurs scientifiques de base réglant la distribution et l'évolution des cultures et indiquer ensuite les données pratiques qui en découlent et qui sont nécessaires à un propriétaire d'un domaine rural, soit qu'il vienne de l'acquérir et qu'il ignore ce qu'il peut lui faire rendre, soit que, le possédant depuis longtemps déjà, il ait observé un fléchissement du rendement de certaines récoltes.

— *La fertilité*, qui est avant tout le résultat d'une constatation expérimentale, apparaît comme dépendant des mêmes facteurs conditionnant la *productivité*. Or, la production végétale, c'est-à-dire le rendement et la qualité des récoltes, dépend de quatre facteurs importants :

1°) *L'Espèce végétale*, c'est-à-dire la variété cultivée, perfectible ou remplaçable dans une certaine mesure, grâce au progrès de la sélection des semences (Génétique) dont le cultivateur peut bénéficier et dont nous ne nous occuperons pas ici. Toutefois signalons que ce véritable outillage biologique, dont le perfectionnement est nécessairement lent, est sous la dépendance des facteurs du « Milieu » que nous allons étudier.

2°) *Le Sol*.

3°) *Le Climat*.

4°) *La Morphologie** (relief - exposition)

trinôme qui constitue « le milieu », variable d'un pays à l'autre et que le cultivateur doit connaître afin d'adapter la culture qui lui est appropriée, afin de la placer dans les meilleures conditions de nutrition par des pratiques culturales rationnelles, par l'apport raisonné d'amendements et d'engrais, puis, enfin, de la protéger contre ses ennemis et ses parasites.

« Toutes ces conditions de sol, de relief, de climat, pèsent sur l'existence des hommes et imposent une orientation originale à l'exploitation du sol ». (A. DEMANGEON).

C'est donc en s'appuyant sur les principes énumérés ci-dessus,

que l'agriculture doit progresser. Mais la complexité du problème paraît telle, étant donné les divers facteurs secondaires qui entrent en ligne de compte, qu'il est indispensable de ne pas faire un faux départ dans l'aménagement et dans l'exploitation d'un domaine agricole, notamment dans le Midi Méditerranéen. Les causes d'insuccès y sont nombreuses, les résultats obtenus sont parfois désastreux et le mal est alors difficilement réparable.

Vingt années de séjour dans cette admirable région du Bas-Rhône, vingt années de prospection, d'observations nombreuses et de recherches, me permettent aujourd'hui, de donner quelques directives et d'aider à résoudre, dans le cadre d'une exploitation agricole méridionale, certains problèmes d'ordre pratique suggérés par les données actuelles de la science agronomique.

Avignon, le 20 février 1946.

J. B.

PREMIÈRE PARTIE

LES FACTEURS DE BASE REGLANT LA DISTRIBUTION ET L'ÉVOLUTION DES CULTURES

(Région du Bas-Rhône)

L'agriculteur ne doit pas se désintéresser des causes qui peuvent introduire dans sa propriété tant de variétés dans les aptitudes culturales du sol ; cette diversité, loin d'être l'effet du hasard, obéit à des lois déterminées qu'étudie l'Agronomie.

Une connaissance au moins sommaire des principes fondamentaux de cette science s'impose à quiconque veut donner à ses efforts une base rationnelle et contracter également la meilleure assurance contre les risques trop nombreux qui menacent les récoltes.

Placés dans le cadre rural d'une région déterminée, en l'occurrence celle du Bas-Rhône où nous limiterons cet exposé, nous allons passer en revue, tout d'abord, *les facteurs de base réglant la distribution et l'évolution des cultures*, enseignement indispensable qui, comme tous les problèmes biologiques, a recours, ainsi que nous allons le montrer, à différentes disciplines scientifiques.

Cette manière de voir était d'ailleurs signalée il y a près de 70 ans par Elisée RECLUS quand il écrivit dans son ouvrage « La terre » :

« L'agriculture qui jadis se pratiquait au hasard, tend de plus en plus à devenir une industrie scientifique : elle le sera tout à fait quand les lois de la Chimie, de la Physique, de la Météorologie et de l'Histoire Naturelle seront parfaitement connues ».

*
**

N.-B. — Tous les mots suivis d'un astérisque figurent, in fine, au lexique où le lecteur trouvera des renseignements complémentaires. Dans la première partie de cet ouvrage, nous avons dû en effet, faire usage de quelques termes scientifiques ; nous nous sommes efforcés malgré tout, de rester clair et compréhensible.

CHAPITRE PREMIER

Le Facteur géographique

« Une des choses qui frappe le plus dans les sciences d'observation, c'est le temps qu'il faut après avoir accumulé des quantités de données précises, pour les dégager de la masse des hypothèses en l'air ; des générations entières se passent à compliquer à plaisir, le travail des précédentes sans y discerner réellement ce qu'il y aurait de bon à prendre ou à laisser pour en faire un tout qui se tienne aux yeux de la raison pure ».

A. GUEBHARD, notes provençales, 1919.

Le Midi méditerranéen est certainement une des régions naturelles de la France qui présente une réelle individualité. Son originalité se marque surtout dans le climat et elle apparaît également dans la végétation ainsi que dans la genèse des sols. Nous aurons l'occasion de revenir, dans les chapitres suivants, sur ces différents facteurs de base.

Si certains charmes du paysage de l'Italie ou de l'Orient se retrouvent dans ces régions, et conquièrent le voyageur venant des brumes nordiques, il ne faut pas oublier que les « pays » (1) méditerranéens sont des zones de contrastes que l'agriculteur doit connaître. S'il n'est pas de la région, il se trouve « dépaycé », et ce mot prend ici tout son sens. C'est la raison pour laquelle on doit, avant toute chose, *bien situer* le domaine agricole que l'on étudie et bien connaître les caractéristiques géographiques du « pays » dans lequel il se trouve, caractères qui, avec ceux du « milieu » (sol, morphologie* et climat) marquent la destinée de chaque parcelle de terre.

Nous rappelons que les données qui suivent se rapportent seulement à la région du Bas-Rhône.

(1) Le mot « pays » est très significatif et doit représenter une toute autre idée que celle qu'on y attache dans le langage habituel. Il désigne l'ensemble d'une zone ayant des sols analogues, un climat semblable, une même morphologie (exposition-modelé du relief-altitude) et comme conséquence, une flore et une agriculture spéciales

GEOGRAPHIE DU BAS-RHÔNE

De Lyon au sud de Montélimar, la moyenne vallée du Rhône se compose de petites plaines séparées les unes des autres par des défilés. Après celui de Donzère, le plus méridional, et jusqu'à la Méditerranée, le style morphologique* change ; la plaine s'élargit tandis que la montagne recule ; sur la rive gauche les Alpes s'éloignent vers Digne ; sur la rive droite, les Cévennes obliquent en direction du sud-ouest, vers Alès. Nous entrons dans la région du Bas-Rhône, qui représente aussi bien, au points de vue géologique* et pédologique*, qu'agricole et économique, des traits originaux qui la différencient d'une part de la grande plaine du Bas-Languedoc avec Montpellier comme centre et, d'autre part, de la zone des plis provençaux où Aix-en-Provence trouve une place privilégiée.

Telles sont les limites de cette vaste région de la basse vallée du Rhône dont Avignon occupe le point central au contact de trois anciennes provinces : Languedoc, Provence et Comtat-Venaissin.

C'est une zone de transition entre les pays à climat continental* et les pays méditerranéens proprement dits. Le couloir rhodanien sert alternativement de passage aux poussées climatiques chaudes vers le nord, ou, au contraire, de contre offensive continentale vers le sud.

Cette grande variabilité de climat est due, ainsi que nous l'étudierons, à l'influence de facteurs climatiques brutaux comme le mistral, la longue sécheresse estivale et les averses violentes d'automne.

La région du Bas-Rhône présente un relief assez particulier dont nous suivrons l'évolution dans un paragraphe suivant.

Entre le Massif Central, avec sa bordure cévenole au nord-ouest, et, au sud-est, le massif ancien des Maures-Estérel, existe une longue succession de plateaux calcaires à aspect tabulaire (Isthme Durancien (1) ; ceux-ci présentent des cassures orientées sud-ouest-nord-est (plaine d'Alès, dépression de Nîmes, gouttière du Rhône, fossé de la moyenne Durance) dues aux influences du sou-bassement hercynien* du Massif Central, et des dislocations dirigées ouest-est : Ventoux, Lure, Lubéron, Alpilles, etc., conformes au sens général des plis pyrénéo-provençaux (Ste-Victoire, Ste-Baume, l'Estaque, etc.), qui limitent, au sud-est, la région de la basse vallée du Rhône ; au nord-est, au-delà de la cluse de Nyons et dans les Baronnies, on est déjà dans les Alpes du Dauphiné (voir la carte schématique page 24).

Plus puissant au début de l'époque quaternaire qu'actuellement, le Rhône a imprimé profondément sa marque dans le paysage de sa vallée, depuis Lyon jusqu'à la mer.

(1) C'est un seuil géologique, ainsi appelé par GIGNOUX car il reliait, à la fin de l'époque de l'Infracrétacé, les Cévennes aux Maures, séparant la fosse alpine de la Méditerranée et occupant le bassin de la moyenne et basse Durance.

Même après le défilé de Donzère où il pénètre largement dans la zone méditerranéenne, il apporte avec lui ce caractère alpestre des rivières glaciaires qui ont enregistré les vicissitudes des grandes glaciations quaternaires.

Le Rhône et ses principaux affluents ont déversé jadis à l'époque de l'extension des glaciers, d'abord dans le Bas-Dauphiné, des immenses nappes d'alluvions fluvio-glaciaires, puis tout le long de leur parcours, d'importantes masses alluvionnaires à cailloux roulés formant des terrasses successives.

Un limon à éléments fins de formation récente, occupe les parties les plus basses de ces plaines du Bas-Rhône qui actuellement sont riches grâce à l'irrigation, mais elles sont encore menacées par les inondations et elles étaient occupées il y a quelques siècles à peine, par des marécages (paluds-clars). On retrouve ce paysage si captivant et si grandiose, en Camargue, où le Rhône forme maintenant sa plaine alluviale et où s'accumulent les limons blanchâtres venus de la Saône, les boues noirâtres de l'Isère et du Drac, les dépôts rougeâtres du Gard et de la Cèze en enfin, les vases grises de la Durance.

La basse vallée du Rhône possède donc une grande diversité de matériaux présentant dans leur distribution, une certaine analogie avec ceux que charrient les deux autres grands fleuves alpins, le Rhin et le Danube.

Les principaux « pays » constituant la basse vallée du Rhône, sont donc les suivants :

Les différents « pays » du Bas-Rhône	Caractères structuraux et évolution morphologique *
a) <i>Tricastin, Nyonsais et Bassin d'Uchaux</i> (rive gauche du Rhône).	Synclinaux* - Bassin d'ennoyage
b) <i>Région de la Valbonne</i> (rive droite du Rhône).	
c) <i>Plateaux ardéchois, Garrigues Nîmoises, Plateaux Vauclusiens.</i>	Pénéplaines* calcaires de l'Isthme Durancien (rive droite et rive gauche du Rhône).
d) <i>Dépression d'Alès - Dépression de Roquemaure - Nîmes - Gouttière tectonique du Rhône</i> (avec le bassin de Carpentras). <i>Fossé de la moyenne Durance.</i> <i>Les terrasses - La vallée et la fracture de Banon.</i>	Cassures - Bassins d'ennoyage* orientées sud-ouest, nord-est dans l'isthme Durancien (influence hercycienne*).

-
- | | |
|--|---|
| e) <i>Arête Ventoux-Lure - Monts de Vaucluse - Chaîne du Lubéron - Massif des Baux et les plans d'Orgon.</i> | } Plis pyrénéo-provençaux orientés ouest-est. |
| | |
| f) <i>Bassin Apt-Forcalquier - Pays d'Aigues - Vallée des Baux.</i> | } Remblaiements miocènes*. |
| | |
| g) <i>Costières - Crau - Camargue.</i> | } Formations fluviatiles. |
| | |
-

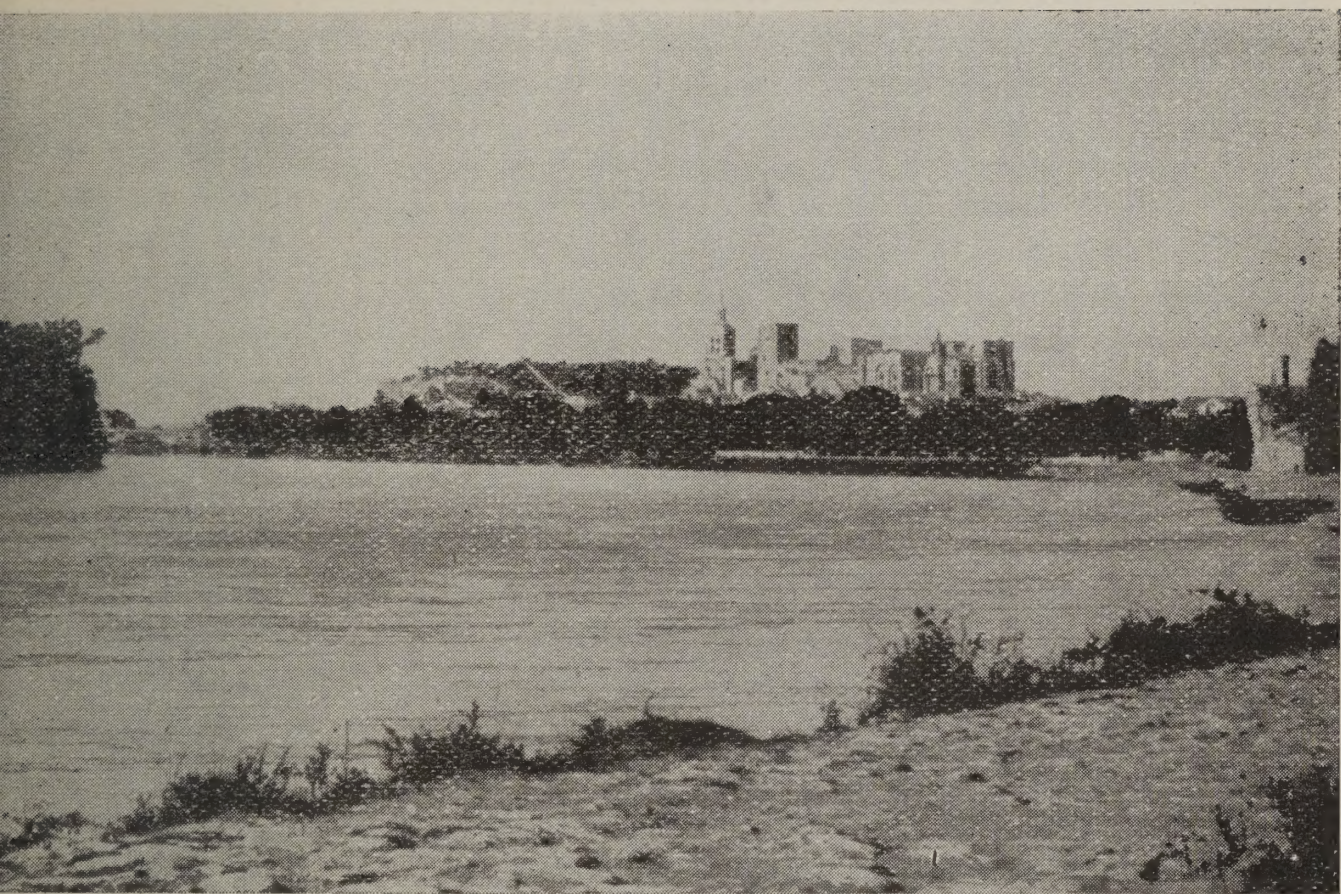
On trouve parmi ces « pays » les trois principaux types à caractères méditerranéens tels qu'ils existent également en Roussillon, en Espagne, en Italie, en Grèce et en Afrique du Nord et où il reste encore, incrusté en maints endroits, un genre de vie si semblable à l'économie de l'antiquité classique :

- la montagne et la colline calcaire pauvre en sol.
- la terrasse caillouteuse et sèche.
- la plaine basse au sol de limon.

En parcourant ces pays rhodaniens on voit nettement se dégager le principal caractère de cette région ; celle-ci apparaît en effet, comme une terre de contrastes : irrégularité frappante des facteurs climatiques, passage brusque de la montagne souvent aride ou de la garrigue ensoleillée sans terre végétale, à de vastes étendues alluviales aux sols profonds et plus fertiles, voisinage de pays pauvres où subsiste l'antique économie locale et de zones privilégiées où les cultures spécialisées et intensives ont apporté la richesse malgré l'apparition périodique de graves crises agricoles, telles sont ces contrées de la basse vallée du Rhône où le *Sol* et l'*Eau* resteront toujours les deux conditions essentielles de la *Vie*.

CARACTERES MORPHOLOGIQUES* ET GEOGRAPHIQUES DES « PAYS » DU BAS-RHONE

Chaque région que nous allons présenter, succinctement d'ailleurs (voir la carte page 24), possède des caractères géographiques particuliers dus surtout au milieu (sol, climat et morphologie). Nous avons été amenés, au cours de nos nombreuses tournées dans tous ces « pays », à visiter et à étudier sur place pour une raison ou pour une autre, quelques domaines dont certains étaient d'ailleurs fort bien menés. Chacun d'eux reflétait l'ambiance du milieu particulier à ces zones géographiques. Voici donc, tout d'abord leurs principales caractéristiques :



(Photo Bartesago, Avignon)

LE RHONE A AVIGNON

Le Rhône, ce torrent alpestre qui entraîne avec lui cet autre torrent aérien qu'est le mistral.

« Et lou Rose, ounte tant de vilo pèr beüre vènon a la filo
En risen et cantant s'ammoura tout de long ».

« Et le Rhône où tant de villes pour boire viennent à la file
En riant et chantant s'abreuver tout au long ».

Fred. MISTRAL — *Mireille* — chant III.



(Photo de l'auteur).

LA DURANCE DANS LA REGION DE LAURIS

La basse plaine fertile, célèbre ici par ses asperges, apparaît à travers la silhouette des pins d'Alep, arbre typiquement provençal et essence de régression de la sylvie originelle qui est l'yeuse.

Tricastin, Nyonsais et Bassin d'Uchaux

Après le défilé de Donzère, le Rhône n'occupe que la partie occidentale d'une vaste dépression : pays bas, au relief fouillé, collines alternant avec les plaines donnant ainsi au paysage un aspect varié que colorent déjà les horizons lumineux du Midi méditerranéen. C'est d'abord le *Tricastin*, qui touche à l'ouest au rebord des plateaux calcaires ardéchois et se prolonge au sud par le massif d'Uchaux, puis c'est le *Nyonsais* qui, à l'est, s'arrête aux Alpes des Baronnies. Il s'agit d'une ancienne cuvette (aire synclinale*) en partie remblayée par la *mollasse* sableuse* et par les grès et qui est traversée par quelques torrents (Lez, Aigues, Ouvèze) ayant formé en maints endroits des terrasses à cailloux roulés et des cônes de déjection*. La plaine du Rhône renferme, à peu près seule, des limons récents plus fertiles.

La région de la Valbonne

La bordure nord de « l'isthme Durancien », plus resserrée sur la rive droite du Rhône, contre la cassure du plateau calcaire ardéchois, présente toutefois entre l'Ardèche et la Cèze un bassin dont le centre est occupé par la forêt de la Valbonne. Ce synclinal* correspond, sur la rive gauche, à celui d'Uchaux. Cette région, où des conditions de sol et de climat ont permis à des essences du Nord (hêtres notamment), se subsister, est célèbre par sa forêt où tout un passé géologique* lointain, a pu lui donner, dans un cadre malgré tout limité, des caractères pédologiques* et topographiques propres, s'opposant aux influences climatiques méditerranéennes.

Au sud de la forêt, ce sont surtout des *sédiments gréseux et sableux* qui dominent ; des dépôts de loëss* çà et là, s'accrochent sur les flancs nord-est des collines. C'est une région de polyculture, plus fertile dans la zone moins sèche des confluent des rivières cévenoles avec le Rhône (Cèze, Tave).

Les parties hautes et les pénéplaines* de « l'Isthme Durancien »

Toutes les formes des massifs calcaires, que ce soient les arêtes et les sommets, parfois élevés (1912 m. au Ventoux), que ce soient les hauts plateaux, les pénéplaines* et les garrigues, constituent un des éléments principaux du cadre physique de la vie des sols et de la vie humaine en Provence et en Languedoc oriental.

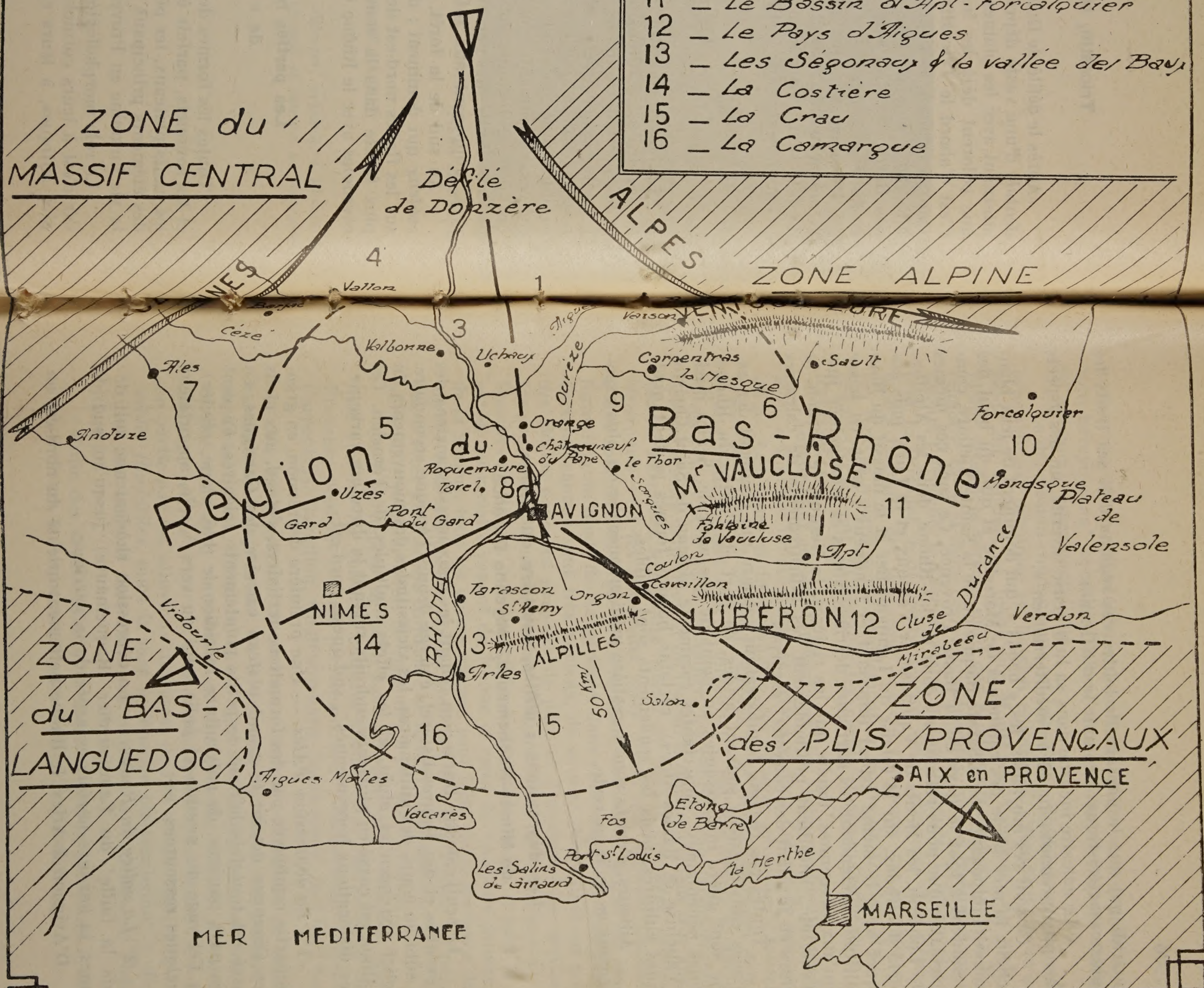
Le rôle morphologique* de ces calcaires doit attirer l'attention car c'est à leurs corniches régulières comme des frontons de temples antiques, à leurs croupes rocailleuses et éclatantes au soleil

LES "PAYS" DU BAS-RHÔNE

CARTE SCHEMATIQUE

du BAS-RHÔNE

- 1 — Le Tricastin
- 2 — Le Nyonsais
- 3 — Les bassins d'Uchaux & de la Valbonne
- 4 — Les plateaux ardéchois (Bas Vivarois)
- 5 — La garrigue nîmoise
- 6 — Les plateaux vauclusiens
- 7 — La dépression d'Alès
- 8 — La goulitière tectonique du Rhône
- 9 — La plaine du Comtat
- 10 — Le fossé de la Moyenne Durance
- 11 — Le Bassin d'Apt-Forcalquier
- 12 — Le Pays d'Aigues
- 13 — Les Ségonaux & la vallée de la Ban
- 14 — La Costière
- 15 — La Crau
- 16 — La Camargue



méridional que le paysage de toutes ces régions doit ses traits les plus caractéristiques ; comme le dit GEORGE :

« Le calcaire incarne dans sa lumineuse sévérité, un des aspects les plus prenants du décor méditerranéen ».

Ce sont ces murailles, les « baous », qui dominent de leur blancheur la mer bleue des calanques de Marseille et qui, du haut des massifs imposants de la Sainte-Baume ou de la Sainte-Victoire, commandent à tout le pays de la Basse Provence. Ce sont ces mêmes paysages que nous retrouvons dans le Bas-Rhône, dans les Alpilles, le Lubéron, les Monts de Vaucluse, le Ventoux et la Lure, puis au-delà du Rhône, sur la falaise du Lampourdier et le massif du Bouquet avec le même aspect imposant et lumineux ; enfin en basse altitude, s'étendent les garrigues derrière Nîmes et Montpellier jusqu'aux Cévennes, tandis que les rivières, la Nesque, le Gardon, la Cèze, etc., entaillent profondément ces affleurements de calcaires durs en formant des canyons* escarpés.

Toutes ces régions à substratum calcaire qui occupent des espaces considérables souvent arides, de part et d'autre du Rhône, ne sont guère intéressantes au point de vue agricole. Seules quelques pénéplaines* importantes comme le plateau de Saint-Christol (Vaucluse et Basses-Alpes), certains bassins fermés portent quelques cultures, mais les rendements sont faibles.

Ailleurs, c'est la zone forestière méditerranéenne ou plus exactement ce qu'il en reste.

Les dépressions : d'Alès, gouttière du Rhône, de Nîmes-Roquemaure, moyenne Durance

Le seuil calcaire Durancien reliant les deux massifs anciens des Cévennes et des Maures-Estérel, émergé depuis l'époque secondaire, a subi au cours des millénaires, les vicissitudes des mouvements du relief pyrénéen et alpin, et les effets multiples de l'érosion. Cet isthme est cassé en plusieurs endroits suivant la direction varisque* des dislocations hercyniennes*, sud-ouest, nord-est.

1°) *La dépression d'Alès.* — Une première dépression, en grande partie remblayée par des formations tertiaires, s'étend, aux pieds des Cévennes devant le grand plateau calcaire des Garrigues. Ce fossé est toutefois hérissé de petits pointements calcaires. Ce sont des pays pauvres, de polyculture méridionale (blé, vigne, olivier), où l'élevage du mouton et jadis celui du vers à soie, apportaient quelques ressources.

2°) *La vallée du Rhône.* — La dépression rhôdaniennne suit depuis la faille* du Lampourdier (Roquemaure) jusqu'au sud de Nîmes, la bordure parfois escarpée de la garrigue.

D'Avignon à Arles, le Rhône nettement orienté du nord-est au

sud-ouest, suit incontestablement un fossé d'effondrement de direction hercynienne* constitué à vrai dire par un champ de failles* (d'Avignon), assez compliqué.

La dépression rhôdanienne est loin d'être régulière, car sa partie orientale est découpée en bassins elliptiques s'étendant jusqu'aux pieds du Ventoux et jusqu'aux Monts de Vaucluse. Au sud, la plaine atteint le versant nord des Alpilles en contournant la Montagnette. Ce sont dans ces vastes étendues, que le Rhône et ses affluents l'Ardèche, la Cèze, le Gard, le Lez, l'Aigues, l'Ouvèze et surtout la Durance, sont venus déposer leurs alluvions. Les déplacements latéraux des thalwegs* ont été fréquents car le régime de ces fleuves a varié considérablement au cours du Quaternaire. Les grandes crues ont dû modifier les profils et gêner l'édification des terrasses.

Aujourd'hui encore, l'irrégularité des facteurs climatiques (régime des pluies notamment) se retrouve dans l'allure de ces cours d'eau. Les crues si foudroyantes des rivières cévenoles (Ardèche, Cèze, Gard), sont tristement célèbres et le Rhône au cours déjà si rapide, reste malgré tout « torrentiel » par ses crues. Rivières à fortes pentes et à débit irrégulier, les cours d'eau méditerranéens opèrent encore actuellement un travail d'alluvionnement très appréciable. *Terrasses à cailloux roulés et limons calcaires argilo-sableux*, tels sont les matériaux assez divers qui donnent naissance à des sols fertiles grâce à l'irrigation, principal facteur de transformation du mode de vie agricole, dans cette région du Bas-Rhône. Certains canaux sont très anciens, ils se sont développés au cours des siècles dans les périodes de paix et d'aisance pour arriver à former aujourd'hui un réseau irrigant dans le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône, une superficie de 60.000 hectares. A part le canal de Pierrelatte venant du Rhône et celui de Vaucluse provenant de la Sorgue, tous les autres canaux sont issus de la Durance. Mais durant bien des étés le niveau trop bas de cette rivière ne permet pas d'avoir un module suffisant. Le nouvel aménagement du Rhône aura pour premier effet, de remédier à cet inconvénient.

C'est au dépens de cette zone alluvionnaire irrigable, que se sont établies les célèbres cultures fruitières et maraîchères de la Provence dont les centres principaux sont : Roquemaure, Avignon, Carpentras, Cavaillon, Châteaurenard, Saint-Rémy, le Thor, Salon.

3°) *La dépression Roquemaure-Nîmes.* — Au sud de la barre calcaire du Lampourdier, de Roquemaure à Nîmes, en passant par Rochefort, Saze, Théziers, existe une aire d'effondrement toujours dirigée sud-ouest, nord-ouest et que l'ancien Rhône a suivi en allant se jeter à la mer du côté de Montpellier. Le fleuve l'a comblé en partie par des alluvions (terrasses de 140 m. de Saze) et par des *sables fluviatiles*, mais la mer à l'époque plaisancienne* y déposa aussi des *marnes* fort bien représentées à Fournès, à Théziers (Gard).

Enfin des dépôts loëssiques* restent encore accrochés à Rochefort, à Tavel, à Roquemaure, sur toutes ces formations.

4°) *Fossé de la moyenne Durance*. — Les hauts plateaux calcaires vauclusiens qui présentent déjà quelques petites cassures (fossé de Sault, champ de failles* de Banon) se terminent à l'est par la dépression de la Durance formant une cuvette remblayée. En effet, du défilé de Sisteron à celui de Mirabeau, la Durance coule dans un fossé profond largement comblé par des sédiments du Tertiaire (nappe de cailloux roulés à dominance calcaire de Valensole) et par des marnes (Oligocène* et Eocène*). Le climat et l'altitude (6 à 700 mètres), permettent l'adaptation de la lavande, seule culture rémunératrice dans ce pays pauvre. Toutefois, dans la région de Manosque, nous pénétrons dans une plaine plus prospère où la polyculture méditerranéenne reprend toute sa variété. Les sources apparaissent à la base des massifs calcaires et donnent un peu de fraîcheur : prairies plantées de mûriers et de cerisiers, jardins autour des mas, champs de céréales, de pommes de terre, vignes, oliviers, tout évoque encore ici le paysage provençal. En effet, c'est surtout en haute Provence (Apt, Manosque, Pertuis) que cette polyculture méditerranéenne si typique dans la région d'Aix-en-Provence, se manifeste encore, blé, huile, vin, miel, moutons et chèvres, telles sont les ressources de ces paysans qui font survivre ainsi l'économie de l'antiquité classique qu'évoque VIRGILE dans ses « Géorgiques ». En effet, le premier chant de cet admirable poème didactique n'est-il pas consacré au blé, le second à la vigne et à l'olivier, le troisième aux troupeaux et le quatrième à l'apiculture ?

Le pays d'Aigues, le bassin d'Apt-Forcalquier, la vallée des Baux

Ces bassins doivent leur comblement aux sédiments du Tertiaire (mollasse* et marne). La mollasse calcaire friable est bien représentée aux Baux (carrières), la mollasse argileuse, à la base, et la mollasse sableuse au-dessus se retrouvent, ainsi que de nombreuses marnes, dans le bassin d'Apt-Forcalquier et dans tout le pays d'Aigues (Pertuis, la Tour-d'Aigues).

On trouve également dans ces régions certains matériaux continentaux comme la bauxite*, les ocres, les argiles bigarrées. Placés à l'abri des arêtes du Ventoux, de la Lure, des Monts de Vaucluse, du Lubéron, des Alpilles, orientées de l'ouest à l'est, ces différents pays, préservés du mistral ont des climats locaux où l'influence alpestre se fait déjà un peu sentir tout au moins pour la zone la plus au nord.

Le paysage de la « Vallée des Baux » s'étend de part et d'autre de la butte de la mollasse calcaire qui porte le village des Baux ; il évoque tout à fait le paysage d'Orient. Cette dépression est drainée au sud des Alpilles vers les marais des Baux. Cette cuvette présente cette particularité que, le remplissage tertiaire a été évidé et que le ruissellement local ne l'a pas complètement comblé ; aussi

les marécages qui jadis s'étendaient jusqu'à Montmajour, y séjournent partiellement encore actuellement ; l'assainissement prévu de cette vallée des Baux est en cours d'exécution.

Le pays d'Aigues et le bassin d'Apt sont surtout des pays viticoles. Ailleurs nous retombons sur la polyculture classique provençale déjà citée.

On rattachera au pays d'Aigues toute la basse et fertile vallée alluviale de la Durance à l'abri du Lubéron, jusqu'à Mallemort (B.-du-Rh.), Mérindol (Vaucluse), (cultures maraîchères, fruitières, raisins de table et asperges).

La Crau — La Costière du Gard — La Camargue

Le régime hydrographique rhodanien a toujours été torrentiel et instable. Le Rhône au Pliocène* a formé les remblaiements caillouteux des « Costières » (Gard), et la Crau d'Arles (B.-du-Rh.), tandis qu'au Quaternaire (Wurmien*), la Durance débouchant du pertuis de Lamanon, a édifié un immense cône de déjection* qui constitue toute la « Crau de Miramas » (B.-du-Rh.). Cette division de la Crau en deux parties que précise si bien la topographie semble confirmée par l'examen minéralogique des roches-mères. La variolite* éminemment Durancienne est très rare en Crau d'Arles. Toute cette plaine de la Crau est sèche ; aucune rivière ne la traverse. Elle forme un vaste triangle dont les sommets sont occupés par les villes d'Arles, Salon et de Fos. Dans cet immense désert de pierres, les cailloux roulés de Crau sont encore presque intacts car l'action des eaux de ruissellement est presque nulle. Au contraire, l'altération du cailloutis de la Costière du Gard est plus intense. Enfin, on retrouve sur cette terrasse un des lambeaux de la couverture loëssique* rhodanienne (près d'un mètre d'épaisseur à Garons) (Gard) ce qui modifie dans cette zone, la valeur culturale de ce plateau des Costières assez aride dans l'ensemble.

La Crau serait encore plus infertile si l'irrigation (canal de Craponne) ne venait pas (par endroits seulement encore), transformer en véritable oasis de verdure ces vastes solitudes pierreuses.

L'irrigation (15.000 ha sur 60.000), dans ce type de sol des terrasses, transforme complètement le paysage, beaucoup plus que dans la plaine récente. Le contraste est saisissant entre les aspects si inattendus des deux zones arrosables ou non. D'un côté, la steppe pierreuse, les « coussous » à perte de vue où quelques amandiers rabougris sont terriblement secoués par le mistral ; de l'autre, à l'abri de haies de cyprès, le jardin ou la verte prairie, autour de grands et confortables mas. Aucune limite géologique* ne justifie cette différence ; le canal avec son eau boueuse a fait seul le miracle ; d'abord en donnant l'eau nécessaire pour l'arrosage, ensuite en colmatant les pierrailles et en formant un véritable sol artificiel le « nite ». L'aptitude du sol de Crau à la production d'un fourrage

renommé (prairies artificielles et luzernières) est sous la dépendance directe de ce facteur technique.

A l'ouest de la Crau et avant même d'atteindre le cours du « Grand Rhône » (Plan du Bourg) le paysage change brusquement, on arrive en Camargue, qui commence à Arles où le fleuve se partage, pour mourir, en créant de nouvelles terres, celles des chasseurs et celles des gardians. Mais la Camargue cultivée et la Camargue encore sauvage, représentent malgré tout, une unité ; elles forment le delta du Rhône qui y constitue sa plaine alluviale actuelle. Sur les 75.000 ha de ce pays si curieux, aucun point ne dépasse l'altitude de quatre mètres. Les dénivellations sont donc faibles, mais suffisent pour séparer les zones de bandes sèches (hautes terres) dont s'est emparée la culture (vignoble surtout, dont une grosse partie encore à la submersion), des pâturages salés (enganes), des sansouïres*, des marais plus ou moins desséchés, des roselières et des étangs (le Vaccarès couvre 7.000 hectares) ; solitudes immenses et grandioses que seuls troublent encore les cris des oiseaux sauvages : flammand rose, héron pourpre, ibis falcinelle, échasse à manteau noir, vautour fauve, faucons, pluviers, vaneaux, canards, sarcelles, foulques, etc., etc..., car ce pays est le lieu de passage et de repos des émigrants de l'air. (Réserve zoologique de la Camargue en bordure du Vaccarès).

La Camargue a été formée par des dépôts successifs apportés par le Rhône et répartis entre les zones limitées par des cordons littoraux* ou peut-être simplement par des bourrelets alluviaux qui se sont avancés progressivement jusqu'au rivage actuel. Il s'est formé, ainsi, des séries de bassins où se sont déposées les alluvions fluviales et marines.

La Camargue actuelle est toutefois bien différente de ce qu'elle a été autrefois. Ainsi qu'en témoignent les cartes anciennes, plusieurs bras du Rhône — celui de Saint-Ferréol notamment — la traversaient mettant les étangs littoraux en communication avec la mer et permettaient aux navigateurs de remonter d'Aigues-Mortes ou de Fos, vers Arles.

Jadis, pays de forêts et terre d'élevage, la Camargue a connu à l'époque grecque et romaine, une certaine civilisation. Il est certain que, dans l'Antiquité, cette vaste plaine, mieux drainée par les multiples bras du Rhône, était moins marécageuse qu'aujourd'hui. Au vingtième siècle, pour mettre en valeur les terres camarguaises, il a fallu de gros capitaux, non seulement pour les protéger alternativement contre un excès d'humidité puis contre un excès de sécheresse (roubines, irrigations), mais encore il a fallu les purifier, les dessaler (submersion, rizières). Aussi trouve-t-on en Camargue, une agriculture industrialisée (grands domaines de plusieurs centaines d'hectares, grandes caves avec tout l'outillage moderne) voisinant aux landes, aux sansouïres* où se maintient encore une vie pastorale (moutons, manades*), si pittoresque par son archaïsme.

CONCLUSIONS

Tels sont donc ces « pays » de la basse vallée du Rhône, ils sont d'une originalité puissante et caractérisée non pas tant peut-être par le climat méditerranéen que par la proximité de la montagne calcaire qui se manifeste dans toute cette vaste région et par le voisinage du Rhône aux influences alpestres et cévenoles. Ce grand fleuve qui, d'un élan impétueux se précipite vers la Provence entraînant avec lui cet autre fleuve aérien qu'est le mistral, est loin d'être une frontière comme on l'a toujours considéré ; c'est au contraire, un trait d'union entre les divers « pays » qui nous venons de passer rapidement en revue. La multiplicité des produits du sol, la spécialisation de certains d'entre eux et leur juxtaposition attestent sans aucun doute, l'existence d'une évolution rurale bien marquée. Les cultivateurs des deux rives ont vu, de ce fait, leurs rapports devenir de plus en plus liés avec les négociants des grands bourgs et des grands marchés rhodaniens : depuis *Bourg-Saint-Andéol jusqu'à Arles*, en passant par *Pont-Saint-Esprit, Bagnols, Roquemaure, Remoulins et Beaucaire*, et depuis *Pierrelatte et Nyons jusqu'à Salon*, en s'arrêtant à *Vaison, Orange, Carpentras, Apt, Avignon, Cavaillon, Châteaurenard, Saint-Rémy et Tarascon* :

« E lou Rose, ounte tant de vilo per beure venon à la filo,
« En risen e cantant s'ammourra tout de long » (1).

Ainsi, ces données géographiques nous permettent de dégager un premier principe directeur : savoir placer le domaine agricole que l'on possède dans le cadre de son « pays » non pas certes pour y suivre certaines survivances arriérées de la pratique agricole méridionale, mais pour pouvoir adapter aux milieux souvent difficiles de cette région une culture de qualité et rémunératrice. Les exemples ne manquent pas :

Lavande du Ventoux, truffes du Tricastin, olives du Nyonsais, huile de Salon, abricotiers du haut Comtat, cerises de Remoulins, fraises de Carpentras, pêches de la Vallée du Rhône, primeurs de la plaine de la basse Durance, asperges de Lauris, blé saissette d'Arles et de Pertuis, sorgho d'Orange, foin de Crau et de Montfavet, riz de Camargue, pyrèthre du Plan de Dieu, chasselas du Thor ou de Pujaut, vins des Côtes du Rhône, portes graines de Saint-Rémy, châtaignes des Cévennes, noix du Diois, pépinières du Vaucluse et du Gard, etc...

Cette simple énumération nous fait apparaître tout l'intérêt qu'il y aurait en France, dont la politique agricole doit être plus que jamais celle de la *qualité*, d'étendre le droit d'appellation d'origine à d'autres produits que les vins et les eaux de vie.

(1) Et le Rhône où tant de villes pour boire viennent à la file, en riant et chantant s'abreuver tout au long. (*Miréio*, de MISTRAL. — Chant III).

Bien de nos spécialités agricoles, seules et vraies richesses qui nous restent à présent, prendraient ainsi une valeur nouvelle, perpétuellement renouvelable d'ailleurs, et pourraient nous servir de monnaie d'échange. Cette manière de voir rentre également dans le cadre de la réorganisation de nos belles provinces françaises, où Avignon a un grand rôle à jouer. La cité papale, en effet, a droit au titre de métropole régionale, car, après les vicissitudes de son passé mouvementé [Bordas (1)] elle incarne bien ces caractères originaux et si puissants des « pays » du Bas-Rhône, que nous venons de décrire et dont l'activité repose avant tout sur une agriculture prospère, en harmonie avec le monde moderne.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le chapitre I :

1. — J. BORDAS. — *Avignon, capitale de la région du Bas-Rhône*. Essai de géographie régionale. (Conférence faite le 7 Décembre 1944 à l'Académie de Vaucluse) Mémoires de l'Académie de Vaucluse, années 1943-44. Avignon, 1945. Rullière frères, édit.

2. — P. GEORGE. — *La région du Bas-Rhône*, Paris 1935. Baillière, édit. — 691 p. 103 fig., 27 planches, 4 cartes.

Ouvrage fondamental de géographie régionale auquel nous renverrons souvent le lecteur.

Il comprend :

1°) Une étude de géographie physique (structure, l'évolution morphologique — le modelé — les climats) et

2°) Une étude de géographie humaine (les facteurs humains de l'exploitation ; les produits du sol ; les phénomènes de la population) Très important index bibliographique.

« Tenter d'indiquer, en quelques lignes, les traits originaux de ces pays du Rhône inférieur est une entreprise des plus téméraires. Pourtant il est nécessaire de tracer une esquisse des impressions les plus fortes qui se dégagent de l'étude de données de la Morphologie (*) locale et des péripéties de l'évolution humaine ».

Ce but, l'auteur l'a grandement atteint et cette thèse constitue une des rares monographies de nos provinces françaises que nous possédions.

3. — D. FAUCHER. — *Plaines et bassins du Rhône Moyen entre Bas-Dauphiné et Provence*. — Valence 1925.

4. — L. PIERREIN et P. GUIRAL. — *Histoire et Géographie des Bouches-du-Rhône*, ouvrage 240 pages, 36 cartes, photos, Bordas frères, édit. Grenoble 1945.

5. — J. SAUTEL, S. GAGNIÈRE, J. GIRARD et H. CHOBOUT. — *Vaucluse*. — Essai d'Histoire locale. Ouvrage 637 p., 398 fig. Rullière frères, édit. Avignon 1944.

CHAPITRE II

Le Facteur climatique

« Ce n'est que par l'étude sérieuse des climats
« que l'on peut arriver à la connaissance ap-
« profonde de l'Agriculture, à déterminer les
« végétaux propres aux différents pays, les asso-
« lements qui leur conviennent et à éviter les
« fautes qu'a trop souvent causées une imitation
« servile ».

de GASPARIN.

Le climat est certainement l'un des facteurs de base le plus important réglant la distribution et l'évolution des cultures dans le Midi méditerranéen.

Il ne faut pas oublier, en effet, que le problème de l'eau est primordial dans cette région et que celui-ci est une conséquence du climat méditerranéen. Non seulement on doit s'intéresser au climat régional (1) ou macro-climat (dans la région du Bas-Rhône il s'agit du climat méditerranéen français à dominance de mistral), mais encore aux climats locaux appelés *méso-climats* et dus aux influences spéciales de la mer ou de la montagne voisines, et, enfin, parfois, à certains climats très restreints ou *micro-climats*.

L'agriculteur doit donc connaître les caractéristiques de ces climats avant d'entreprendre toute culture, faute de quoi, il risque d'avoir de sérieux déboires. Il ne doit pas oublier les effets souvent néfastes de certains facteurs climatiques (vents violents, sécheresse estivale, pluies brusques et abondantes d'automne notamment) et il doit se préoccuper de remédier à leur excès dans la mesure du possible. Nous reviendrons sur ce sujet dans la deuxième partie de

(1) Ce climat régional fait lui-même partie d'un des neuf grands climats mondiaux (classification du point de vue phytogéographique d'EMBERGER — 5 —). Cet auteur distingue, de par le monde, six types de climats méditerranéens : de haute montagne, saharien, aride, semi-aride, subhumide et humide. La zone méditerranéenne française comprendrait ces trois derniers types. Il reste entendu que tout climat méditerranéen mondial (il en existe en Australie comme en Californie) est caractérisé par des saisons thermiques très tranchées, avec étés secs et pluies concentrées sur la saison froide.

cet exposé. Enfin, la vie des plantes comporte des périodes critiques. De là l'intérêt qui s'attache à établir la structure du climat en fonction du temps et à la rapprocher du rythme végétatif [DEMOLON (4 bis)].

1°) Le macro-climat du Bas-Rhône

La région du Bas-Rhône est caractérisée par l'irrégularité des facteurs climatiques surtout en ce qui concerne les pluies, ce qui a pour conséquence de donner aux fleuves et aux rivières une allure nettement torrentielle (inondations, ravinement).

Le macro-climat actuel que nous allons étudier, peut subir dans la basse vallée du Rhône, en raison justement de son caractère d'irrégularité du régime des pluies et du vent, des variations sensibles dues aux conditions de relief (exposition et altitude). On aura affaire alors à ces méso-climats locaux dont nous donnerons les principales caractéristiques. (Voir les cartes climatiques p. 106 et suivantes).

Les vents — Le rôle important du mistral

Si la lumière éblouissante et la limpidité de l'atmosphère qui égalent en splendeur celles de l'Italie ou de la Grèce, représentent un des caractères de ces régions méditerranéennes, un autre plus rhôdanien que méridional, il est vrai, vient apporter à notre Midi, une réputation souvent désagréable, c'est la violence des vents, notamment du mistral. Il domine ce climat — aussi distingue-t-on un climat méditerranéen avec prédominance de mistral (basse vallée du Rhône) et un climat sans prédominance de ce vent (Côte-d'Azur).

Car, contrairement à l'opinion, ce n'est pas tant les montagnes alpestres le long de cette côte qui l'arrêtent, que les conditions météorologiques qui sont telles qu'il ne peut pas souffler sur la Riviera ainsi que l'a si bien mis en évidence BENEVENT (1).

En effet, le mistral, ce vent froid et sec parfois très violent qui descend le couloir rhôdanien se produit chaque fois qu'existent de basses pressions sur le golfe de Gênes (minimum ligurien), tandis que l'anti-cyclône des Açores s'avance de l'Espagne vers la Suisse à travers la France centrale. Cette dépression sur la Méditerranée provoque sur son *côté occidental*, un vent du nord, nord-ouest, le mistral qui s'engouffre dans la dépression rhôdanienne, et sur son *côté oriental* des vents d'est et du nord-est ; c'est le « Grégal » de la région niçoise, mais il est moins violent que le mistral. Celui-ci ne souffle à Nice que dans le cas très rare où la dépression ligurienne gagne la plaine du Pô.

Dans la région du Bas-Rhône, le mistral souffle durant les 3/5^{mes} de l'année. Sa vitesse est plus grande en hiver par suite des écarts de température entre la vallée du Rhône et la mer. Durant cette saison, en effet, la Méditerranée plus tiède que les terres,

attire une espèce de mousson venant renforcer le mistral. En été, au contraire, la brise de mer le freine [GAZAUD (5)]. Le maximum de fréquence est donc de décembre à mars. L'ouragan du 28 février 1929 où il a atteint la vitesse de 110 kilomètres à l'heure, a causé des dégâts considérables. Ses effets sont des plus importants et conditionnent pour ainsi dire toute la vie de ces régions. S'il assainit, dit-on, la vallée du Rhône, car il souffle toujours après la pluie, il oblige le paysan à abriter son mas, à charger sa toiture, à cultiver derrière les haies de cyprès ou de cannes ; sur mer, il provoque des tempêtes terribles ; sur terre, « son haleine puissante semble aplanir, agrandir le paysage. Tout se courbe devant lui, les moindres arbustes gardent l'empreinte de son passage, en restant tordus, couchés vers le sud dans l'attitude d'une fuite perpétuelle » [A. DAUDET (1)].

Le mistral souffle toujours par rafales et par temps clair ; il accroît la limpidité de l'atmosphère et augmente le rayonnement nocturne. Le mistral abaisse donc la température mais les fortes gelées ne se produisent que sitôt après sa chute ; et c'est ce que craignent le plus en avril, les arboriculteurs et les viticulteurs.

Ce brusque abaissement de la température, si néfaste au printemps et aussi à l'automne (arrêt de la vinification), n'est nullement en contradiction avec la nature méditerranéenne de ce climat, mais au contraire un de ses aspects bien caractéristiques. On peut dire que cette influence perfide est un des traits les moins connus du climat provençal, « un des plus capricieux qui soit au monde ». [Sion (10)].

Enfin, *le mistral joue un rôle important* en tant qu'agent dynamique externe dans la genèse des sols (usure des roches et transports éoliens*).

Nous observons ces phénomènes en de nombreux endroits de la région du Bas-Rhône où dominant les roches tendres (grès, sables, mollasse* gréseuse et mollasse calcaire). Il y a enlèvement des particules sableuses de la roche et l'érosion s'accroît de jour en jour. Ce sable est entraîné par le vent et vient attaquer le calcaire friable (aux Baux par exemple) en creusant de véritables rainures, des cavités et des alvéoles parfois d'un fort joli effet. Les dépôts éoliens* qui, en raison du relief, se sont accumulés jadis en certains endroits (loëss*), parfois en couches assez épaisses, se forment encore de nos jours (accumulation des sables du Coulon dans les grottes, au flanc nord du Lubéron) et viennent également modifier et compliquer le mécanisme de la genèse de certains sols. D'ailleurs nous pouvons nous rendre compte de l'importance du transport par le vent et du dépôt de ces éléments, en constatant que la plupart des monuments romains datant de près de 2.000 ans, de Nîmes, d'Arles, de Vaison, de Saint-Rémy, etc..., se trouvent en contre-bas d'un mètre par rapport au niveau du sol actuel (ce qui correspond seulement à des apports éoliens de 1/2 m/m par an).

(1) Extrait des Lettres de « Mon Moulin ». La Camargue.

Si le mistral est de beaucoup le vent le plus important de nos régions méridionales, nous ne devons tout de même pas passer sous silence ceux qui soufflent d'une autre direction. Le « marin », vent du sud, sud-est, ainsi appelé car il vient de la Méditerranée, souffle parfois avec violence durant les quelques heures qui précèdent une importante chute de pluie. Ce vent se fait nettement plus sentir sur le littoral jusqu'à Arles. Il est beaucoup plus connu du côté de Narbonne, dans le Bas-Languedoc.

La bise de l'est se lève certains jours d'hiver ; quant au vent venant de l'ouest, celui qui est si fréquent sur toutes nos côtes de l'Atlantique et de la Manche, on peut dire qu'il est presque inconnu sur les bords de la Méditerranée.

Les pluies - leur répartition irrégulière

Les précipitations sont extrêmement irrégulières et tombent par grosses averses. La basse vallée du Rhône, comme tous les pays méditerranéens d'ailleurs, ne connaît pas les pluies fines, les « crachins ».

On observe deux maxima de pluies, le principal au début de l'automne, l'autre au printemps, séparés par deux périodes de sécheresse (janvier-février et juin à septembre).

A la fin de l'hiver, le continent se réchauffe ; les dépressions qui errent en Méditerranée occidentale se rapprochent du littoral, les pluies gagnent les côtes et la vallée du Rhône.

Au début de l'automne, on aura affaire surtout à des averses de caractère orageux. Les cyclones océaniques émettent des pointes jusque dans le golfe du Lion attirant à la fois le mistral et le marin ; à leur lieu de rencontre se forme une ligne de grains avec accompagnement de phénomènes électriques intenses.

Les moyennes pluviométriques n'indiquent pas grand chose dans un pays où les averses automnales se succèdent parfois à quelques jours d'intervalle et donnent des chutes de pluies dépassant très souvent 100 m/m en quelques heures. Les orages de 1924, de 1933 et de 1938 ont fourni des chutes de pluies impressionnantes et les dégâts causés furent considérables dans le Gard et le Vaucluse. Durant ces périodes orageuses, les rivières montent rapidement en quelques heures à peine ; le Vidourle, le Gard, la Cèze, l'Ardèche, sortent de leur lit et les eaux du Rhône, vite gonflées à leur tour, montent souvent à raison de 2 cm. à l'heure.

Aucun chiffre de précipitation fourni par un poste météorologique ne saurait donner une idée de la réalité, car d'un point à un autre, il y a des différences énormes, parfois incroyables, de chutes de pluie. En septembre 1933, on a enregistré, pour une période de trois jours, plus de 200 m/m à Nîmes, 220 m/m à Uzès et 266 m/m à Alès (chiffres signalés par GEORGE (7)).

Durant la décade 1925/1935, la moyenne actuelle, à Avignon

(poste de la station agronomique), a été de 760 m/m avec des écarts allant de 460 en 1929 à 957 m/m en 1933.

Mais comme le dit DEMOLON (4), « un facteur climatique est « insuffisamment défini par sa moyenne ou normale ; celle-ci n'est « qu'un concept : ce qu'il importe de connaître, c'est *l'amplitude* « *des écarts* sur la normale et leur fréquence ». D'ailleurs ainsi que l'indique CHAPTAL (3), ce sont bien en effet, les courbes des écarts des sommes des pluies et des températures qui donnent des indications sur les conditions phytoclimatiques*.

La sécheresse d'hiver a moins d'extension régionale que celle d'été. Les contrastes thermiques entre les hauteurs et les plaines, entre la mer et les côtes, jouent beaucoup plus que pendant les mois chauds ; aussi la zone maritime de la Camargue et d'Arles est-elle légèrement plus pluvieuse en hiver.

La sécheresse d'été, interrompue par les premiers orages à fin d'août est la plus longue. Il n'est pas rare d'avoir à cette époque, deux mois entiers, sans une goutte d'eau. En 1928, la région d'Avignon n'a pas eu de pluies du 15 juin au 25 août. D'ailleurs ce caractère d'aridité s'accroît au fur et à mesure que nous parcourons le bassin méditerranéen, la sécheresse estivale dure près de quatre mois en Algérie, en Tunisie et près de six mois en Egypte.

De MARTONNE (9) considère l'été méditerranéen comme une extension éphémère du climat désertique sous l'influence de la remontée de l'anticyclone des Açores sur le golfe de Gascogne pendant la saison chaude.

Deux techniques agricoles sont nées des rigueurs du climat méditerranéen et notamment de cet excès de sécheresse. La première est *l'irrigation* qui a complètement transformé le mode de vie agricole dans les plaines et la deuxième est la *transhumance* des moutons, forme dégradée du vieux nomadisme méditerranéen, rythme annuel très ancien et qui a quelque chose d'imposant dans sa simplicité et sa logique.

Les températures et les saisons

La région du Bas-Rhône ne connaît pas les excès du climat continental quoique le mistral ait vite fait d'opérer de brusques variations de température. La température moyenne augmente avec la latitude jusqu'à Avignon, limite septentrionale de l'influence de la mer dans la vallée du Rhône.

La zone maritime a effectivement un hiver moins frais et un été moins chaud, quoique la Méditerranée soit loin d'exercer, dans l'ensemble, l'influence adoucissante de l'océan Atlantique. L'isotherme de $+ 5^{\circ}$ traverse toute la basse Provence. L'été est une saison sèche et chaude. Les maxima de température dépassent couramment $+ 35^{\circ}$.

Indice d'aridité. — Cette notion établie par de MARTONNE (9) combine les données pluviométriques et thermométriques ; elle

présente un certain intérêt quand il s'agit notamment de l'adaptation d'une plante à son milieu défini, ainsi que nous l'avons dit, par le trinôme : Sol, Climat, Morphologie*.

Cet indice d'aridité s'exprime au moyen de la formule suivante :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

P représente le total des pluies et T la température moyenne. Quand il s'agit d'un indice mensuel — et dans nos régions celui de juillet est le plus intéressant à connaître — on multiplie par 12 (1).

Du point de vue géographique, de MARTONNE (9 bis) met bien en évidence l'importance de cette constante. En effet, écrit cet auteur :

« Température et précipitations sont inséparables ; la même
« quantité de pluie n'a pas la même signification en hiver où l'éva-
« poration est réduite et en été où elle est exaltée ; dans un été
« tempéré, comme en Bretagne et dans un été à moyenne dépas-
« sant 20° comme en Provence ».

La région du Bas-Rhône est une zone à indice d'aridité faible. C'est entre Marseille et Bandol que l'indice de juillet atteint pour la France le chiffre le plus bas : 4.

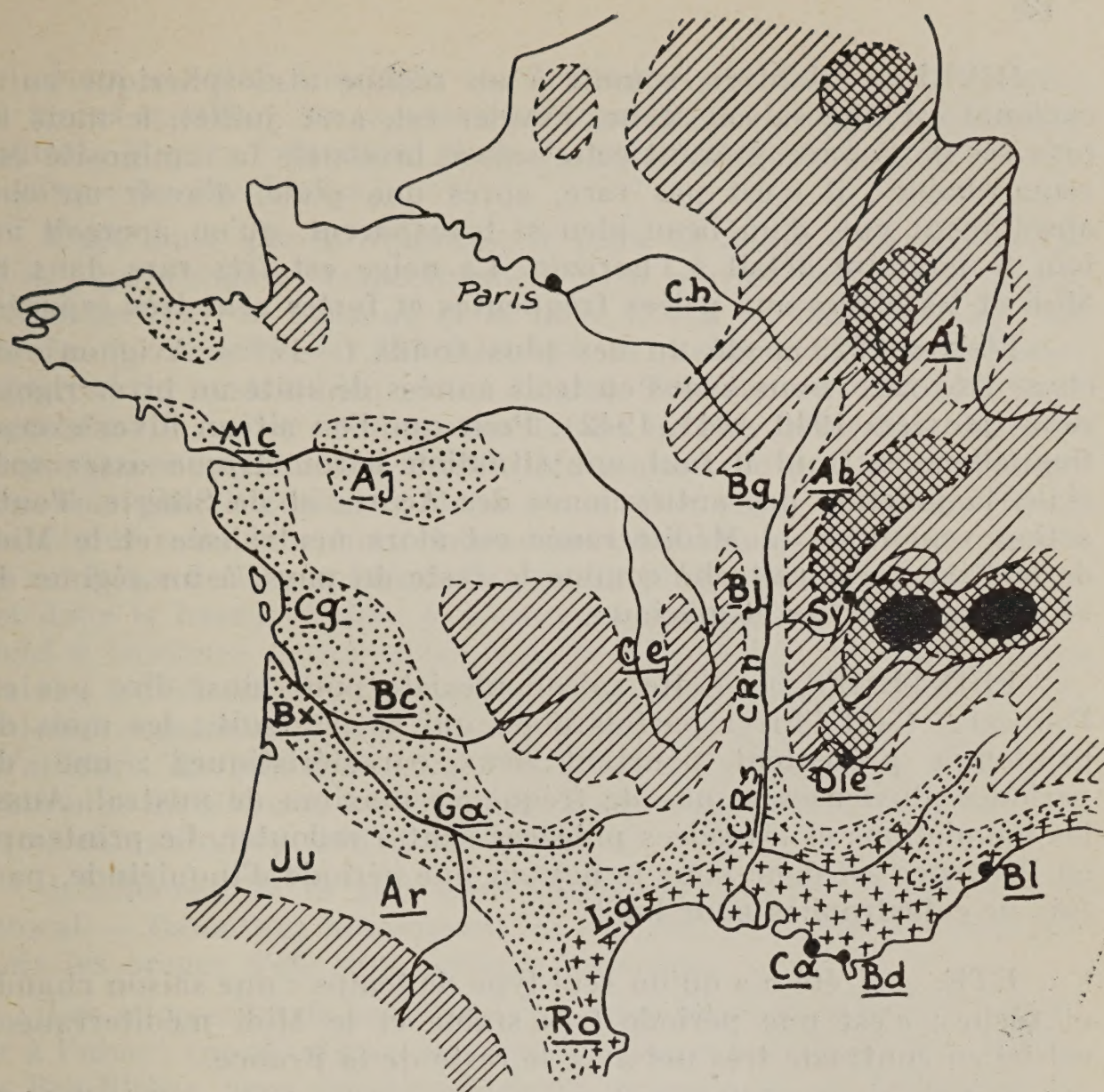
Il y a une relation étroite entre ce facteur climatique et l'adaptation de certaines cultures. C'est ainsi que la vigne, qui est surtout une plante du bassin méditerranéen, se plaît, non seulement dans le Midi, dans son milieu naturel constitué par des terres peu fertiles de côteaux (sols peu profonds et perméables) sous un climat semi-aride, mais encore elle réussit en plaine dans des terres plus fécondes parce que justement des conditions climatiques particulières le permettent ; celles-ci sont notamment mises en évidence par un indice d'aridité (de juillet) peu élevé (4 à 20).

Mais au fur et à mesure que la vigne passe dans une zone où le chiffre de l'indice d'aridité s'accroît, elle se cantonne de plus en plus sur les côteaux, dans les sols bien perméables et aux expositions les plus chaudes [J. BORDAS (2)]. Ce fait s'observe nettement en remontant la vallée du Rhône, depuis la Crau jusqu'à Die et Seyssel (voir la carte ci-après).

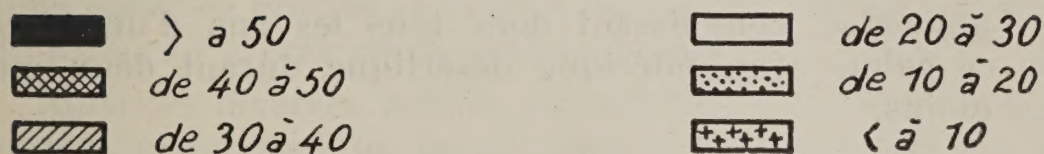
En résumé et réparties par saisons, les caractéristiques du climat de la basse vallée du Rhône, sont les suivantes :

(1) Signalons que HENIN et GODARD (8) ont été conduit à utiliser non plus la valeur météorologique de P., mais une valeur nouvelle qu'ils appellent « pluie normée » et qui synthétise à la fois la pluviosité et l'action évaporante du milieu.

— D'autres auteurs se servent du quotient PE/M (pluviosité estivale/moyenne des max. du mois le plus chaud) qui doit être égal à 7 en zone méditerranéenne. Enfin EMBERGER (5) préconise le quotient pluviothermique estival.



Indice d'Aridité (Juillet)



CRUS VITICOLES:

Ab — Arbois.	Cg — Cognac.
Aj — Anjou, Touraine.	Ce — Centres (Chanturgue-Chavignol)
Al — Alsace.	C.R.n. — Côtes du Rhône nord.
Ar — Armagnac.	C.R.s. — Côtes du Rhône sud.
Bc — Bergerac.	Ga — Gaillac.
Bg — Bourgogne.	Die — Clairette de Die.
Bj — Beaujolais.	Ju — Jurançon.
Bl — Bellet.	Mc — Muscadet de Nantes.
Bd — Bandol.	Lg — Languedoc (Frontignan, Limoux).
Bx — Bordeaux.	Ro — Roussillon, Banyuls, Agly.
Ca — Cassis.	Sy — Seyssel.
Ch — Champagne.	

HIVER. — L'hiver, soumis à un régime atmosphérique anticyclonal est une saison sèche. Février est, avec juillet, le mois le plus sec de l'année. Durant cette saison hivernale la luminosité est remarquable ; il n'est pas rare, après une pluie, d'avoir un ciel absolument pur, d'un beau bleu si transparent, qu'on aperçoit au loin le moindre détail à l'horizon. La neige est très rare dans le Midi et les hivers aux gelées fréquentes et fortes sont très espacés.

L'hiver 1929 a été un des plus froids (-17° à Avignon) et, chose très rare, nous avons eu trois années de suite un hiver rigoureux (janviers 1940, 1941, 1942). Pour que l'on ait un hiver exceptionnellement froid il faut une situation barométrique assez spéciale, la jonction des anticyclones des Açores et de Sibérie. Toute action venant de la Méditerranée est alors neutralisée et le Midi de la France est rattaché comme le reste du pays, à un régime de vents continentaux et glaciaux.

PRINTEMPS. — Cette saison n'existe pour ainsi dire pas en Provence. C'est l'hiver parfois doux qui se poursuit ; les mois de printemps présentent pourtant deux caractéristiques : une de périodes pluvieuses et une de fréquence maxima de mistral. Aussi les inondations et les gelées précoces sont à redouter. Le printemps en Provence est donc pour le paysan une période d'inquiétude, parfois de catastrophes pour lui !

ETE. — L'été n'a qu'un seul type de temps : une saison chaude et sèche ; c'est une période très stable et le Midi méditerranéen est ici en contraste très net avec le reste de la France.

« Les pays méditerranéens sont par leur indice d'aridité, de vrais déserts pendant le mois d'été » [De MARTONNE (9)]. La Provence, le Languedoc, connaissent donc tous les ans d'une façon immuable, ce calme atmosphérique désertique durant deux mois et demi au moins.

AUTOMNE. — L'automne, au contraire, est riche en changement de temps. C'est la principale époque de saison des pluies. Celles-ci le plus souvent sont violentes et courtes et les Provençaux bénéficient alors de belles journées automnales qui se prolongent souvent bien après les vendanges. Parfois, au contraire, il s'établit à partir de fin octobre, un régime régulier de précipitations qui s'étend sur tout le sud-est.

Ainsi l'irrégularité de ces facteurs climatiques et ses conséquences parfois désastreuses ont été longtemps un obstacle au développement normal de la vie agricole dans tout ce pays.

*
**

Le macro-climat dont nous venons de donner les principales caractéristiques s'observe particulièrement dans toute la basse vallée du Rhône et dans toute la plaine du Comtat Venaissin.

Mais le relief, l'altitude, le voisinage de la mer, viennent plus ou moins modifier l'un des facteurs climatiques (pluie, vent, température). Il y a formation ainsi de méso-climats, dans différents « pays » du Bas-Rhône.

C'est ainsi que le *Nyonsais*, le pays de *Sault*, le bassin d'*Apt* et le pays d'*Aigues*, respectivement bien abrités derrière la Lance (1.100 mètres), le Ventoux et la Lure (1.912 et 1.827 mètres), les monts de Vaucluse (1.247 mètres), le Lubéron (1.500 mètres), reçoivent un mistral bien moins violent. Très souvent il souffle avec force dans la vallée rhodanienne tandis qu'une faible bise du nord parcourt ces pays mieux abrités. Mais alors, au printemps, les gelées sont plus à craindre. Dans ces quatre pays, si la répartition des pluies reste la même, l'abondance des chutes est plus grande au voisinage de la montagne. Ce dernier phénomène est encore plus net dans le bassin d'Alès. A l'automne, le long des Cévennes, l'air froid a tendance à descendre, suscité par l'appel d'air des basses plaines méridionales plus chaudes. Ces contrastes thermiques très violents occasionnent des averses orageuses plus importantes, ici qu'ailleurs. La rive droite du Rhône est nettement plus arrosée et subit plus qu'ailleurs, les effets du ravinement torrentiel. (Voir les cartes climatiques p. 106 et suivantes).

L'influence de la mer joue également un rôle et la zone du littoral — Camargue notamment — est plus pluvieuse à l'automne, mais les orages d'été sont presque inconnus.

Les micro-climats sont ceux que nous trouvons à l'adret* (sud) ou à l'ubac* (nord) d'une des petites collines calcaires de la région du Bas-Rhône, ceux qui caractérisent certaines zones forestières de montagne, ce sont ces climats du sol ou pédoclimats* que l'on trouve dans les grottes et cavités du calcaire ou bien dans certains sédiments, au niveau de la nappe phréatique* (nappe des puits).

Ainsi les diverses formes ou variétés du climat méditerranéen résultent avant tout de la manière dont s'associent les trois facteurs principaux : les pluies, les températures et l'évaporation.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le chapitre II :

1. — BENEVENT. — *Le régime des vents en Provence dans ses rapports avec les positions du minimum barométrique ligurien.* — Rev. géogr. alp. XI - 1923 p. 242/260.
2. — J. BORDAS. — *L'importance de l'indice d'aridité dans la délimitation de grands crus viticoles de France.* — Bul. Soc. d'Etudes Sc. Natur. de Vaucluse N° 1 et 2 - 1943.
3. — CHAPTAL. — *Le climat pédologique.* — Bul. Ass. Franç. Etude du sol — 1936 — fasc. 11, N° 3 p. 192.
 — Action des précipitations.
 — Action des conditions occultes.
 — Action de la température.
 — Action de l'évaporation.
 — Climatologie agricole — formules climatiques.
4. — A. DEMOLON. — *Le climat du sol.*
 Ann. Agr. T. VII - 1937, p. 635/640.
- 4 bis. — A. DEMOLON. — *L'évolution scientifique de l'Agriculture française.* 325 p., Paris 1946, Flammarion édit. — Voir chap. IV : climatologie et milieu cultural.
5. — L. EMBERGER. — *Projet d'une classification des climats au point de vue phytogéographique.* Bul. Soc. Hist. Naturelle de Toulouse, t. 77 - 1942, p. 97/124.
6. — CAZAUD. — *Contribution à l'étude du mistral.* C.R. Ac. des Sc. Cl IX - 27 juillet 1914, p. 335/37.
7. — P. GEORGE. — *Le Bas-Rhône* - déjà cité (voir page 33).
8. — S. HENIN et M. GODARD. — *Relation entre l'évaporation, la température et l'indice d'aridité.* C.R. Acad. des Sc. 17 Novembre 1944.
9. — de MARTONNE. .. *Traité de géographie physique* - 6° Edit. 1940 - A. COLIN édit. Paris 1° Volume : Notions générales — Climat, hydrographie. 2° Volume : Le Relief du sol. 3° Volume : Biogéographie.

Ouvrage de base pour entreprendre toute étude de géographie agronomique où le lecteur trouvera énoncés avec nombreux exem-

ples à l'appui, bien des principes scientifiques directeurs de la Science du Sol.

« En rappelant autant que possible les conséquences et les causes
« des faits examinés, en insistant sur les descriptions régionales,
« on a cherché d'un bout à l'autre de cet ouvrage — dit l'auteur
« dans sa préface — à rappeler les principes essentiels qui font la
« fécondité et l'originalité des recherches géographiques ».

9 bis. — de MARTONNE. — *Géographie universelle*. Tome VI. La France physique - p. 296. Colin éditeur, Paris 1942.

10. — J. SION. — *La France Méditerranéenne* - Paris 1941. Petit ouvrage de vulgarisation (250 p.) de géographie régionale. Collection A. Colin.

CHAPITRE III

Le Facteur botanique

« Avec le dernier arbre disparaîtra le dernier
« homme ».

MICHELET.

Le monde des plantes est soumis dans nos pays civilisés depuis des millénaires, à la sévère discipline de l'homme qui l'a domestiqué pour son usage. Mais ce monde végétal a vite fait de reprendre le dessus dès que l'homme abandonne la parcelle de terre qu'il avait cultivée jusqu'alors. On voit aussitôt la flore autochtone tout envahir, tout recouvrir et détruire même à la longue, toute trace de civilisation humaine.

L'étude de la répartition des végétaux spontanés et des aires où ils se groupent est un des buts de la géographie botanique. Cette science a pour base l'écologie, c'est-à-dire l'étude des rapports de la plante avec son milieu. Elle intéresse l'agriculteur en ce sens qu'elle lui permet de voir dans le végétal en place, un guide précieux qui servira à lui révéler certaines propriétés importantes du sol (1).

On conçoit donc qu'il puisse y avoir des plantes *indicatrices* du sol et que certaines *associations végétales* soient caractéristiques de certaines régions. C'est ainsi qu'au voisinage des habitations, on trouve une flore dite rudérale car elle se développe sur les décombres des maisons. Il y a des flores spécifiques des terrains salés, des sols sableux, des marais, des rochers, etc., etc...

Le climat a servi également de point de départ aux géobotanistes pour classer certaines associations de base appelées « phylum généraux » et qui correspondent aux grands étages forestiers : chênes verts, chênes blancs, hêtre, pin sylvestre, sapin, épicéa, etc., zones servant de critérium pour le choix de certaines cultures.

Nous allons donc dans les pages qui suivent, présenter quelques données indispensables sur la végétation méditerranéenne et particulièrement sur celle du Bas-Rhône. (Voir les cartes botaniques, d'après GAUSSEN, p.).

(1) Les débuts en France de la géographie botanique et de la phytosociologie remontent aux premiers travaux de BRAUN-BLANQUET (Thèse sur les Cévennes en 1915).

I. — CARACTERISTIQUE DE LA FLORE MEDITERRANEENNE

a) Influence du climat.

Certains facteurs climatiques de la région méditerranéenne (sécheresse estivale en particulier), introduisent dans la vie végétale de nos régions méridionales un rythme tout différent de celui du nord de la France. On arrive ainsi à avoir un repos plus général, plus prolongé, en été qu'en hiver. Durant la longue période estivale caractérisée par plusieurs semaines sans pluie, certaines plantes meurent et les autres réduisent leur activité au minimum. Garrigues et maquis se dessèchent et les incendies souvent ravagent les broussailles et atteignent les bois de pins et de chênes verts.

Seuls peuvent donc résister à ces rudes conditions d'existence, certaines plantes bien adaptées à la zone méditerranéenne, ce sont les plantes « xérophiles », c'est-à-dire celles qui sont outillées pour supporter ce manque d'eau. Il s'agit pour elles de réduire leur transpiration afin d'éviter une perte d'eau trop difficilement récupérable. C'est pourquoi nous trouvons des plantes qui ont des feuilles très petites et éphémères comme les genêts, ou épineuses (chênes kermès). Chez d'autres l'épiderme de la feuille se durcit (olivier, chêne-yeuse, etc.). De nombreuses labiées (le romarin, l'aspic, la lavande, le thym, la sarriette, etc.) dégagent des essences aromatiques qui, en flottant autour de la plante diminuent l'évaporation.

Certains végétaux résistent à la sécheresse grâce à leurs bulbes (jacinthe, ail), à leurs rhizomes (iris, asphodèle) ; ceux-ci accumulent des réserves qui seront utilisées par de nouvelles pousses. Enfin, certaines espèces sont annuelles ; elles accomplissent leur cycle en quelques mois. La sécheresse estivale les tue, mais les graines bien protégées contre la dessiccation assurent la continuité de l'espèce.

Ainsi la *flore méditerranéenne* est très caractéristique et diffère nettement de la *flore holarctique** qui occupe tout le reste de la France et d'immenses territoires en Europe, en Asie et en Amérique du Nord.

Toutefois, il n'est pas rare de trouver dans le Bas-Rhône des colonies de cette flore holarctique qui est venue braver la faible pluviosité du climat méditerranéen français. Mais alors elles peuvent se maintenir grâce à certaines conditions « édaphiques* » particulières.

b) Influence du sol.

C'est ainsi que nous trouvons le long de la plaine du Rhône, dans son delta (Camargue) et dans les vallées de ses affluents (Durance en particulier), des sols dont l'humidité se maintient à une teneur suffisante pour permettre à certains arbres du Nord de

prosperer normalement, peupliers, aubes, saules, ormes et chêne pédoncule, ce dernier étant abondant dans l'île de la Piboulette [NEGRE (12)]. Toute une flore holarctique (arrhenateraie) les accompagne.

Dans la classification édapho-climatique* adoptée par les phytogéographes*, nous sommes ici dans le deuxième groupe, c'est-à-dire celui où le *substratum* a une action plus énergique que le *climat*. Ce sera le cas encore pour la Camargue où l'action du sol salin se fera nettement sentir (salicorne, statice, tamaris, etc.).

Sur certains sols très perméables, comme les sables et les terrasses siliceuses, nous trouvons le pin pignon, l'arbousier, le châtaignier, le jujubier, le paliure austral, la bruyère, le cyste de Montpellier, tandis que sur les sols calcaires secs, nous rencontrons le genévrier l'alaterne, le pistachier térébinthe, le buis, les labiées aromatiques, le kermès et l'aphyllanthe.

Certains arbres, le chêne yeuse et l'olivier, tous les deux bien caractéristiques de la zone méditerranéenne, sont indifférents à la nature physique du sol.

La flore des terrains siliceux est plus envahissante car le maquis est une association fermée, la garrigue au contraire représente le type de l'association dégradée, ouverte.

« Les plantes calcicoles, dans le midi de la France, ne sont pas celles qui recherchent le calcaire, mais celles qui le supportent, y occupent un refuge où les autres ne peuvent venir les combattre ». [Sion (11)].

II. — ORIGINE ET LIMITE DE LA FLORE MEDITERRANEENNE

La région méditerranéenne française conserve encore quelques spécimens de la flore chaude qui couvrirait une grande partie de l'Europe à l'époque miocène (myrthe, figuier, palmier nain). Au sujet de celui-ci (*chamærops humilis*) Sion (14) signale que, vers 1846, il était assez fréquent sur les pentes entre le Mont-Boron et Monte-Carlo ; c'était, d'après cet auteur, de beaucoup le point le plus septentrional atteint par les palmiers en Europe. Actuellement on a introduit plus de soixante-dix espèces de palmiers sur la Côte-d'Azur.

Toute la zone méditerranéenne représente un monde floral très différent de celui du reste de la France et pourtant, en tracer ses limites précises, n'est pas si facile qu'on le croirait.

Le chêne vert (l'yeuse) paraît bien typique et cependant on le rencontre sur les bords de l'Atlantique jusqu'en Bretagne. Le chêne kermès indique déjà, à l'intérieur de la région étudiée, un stade de dégradation.

La limite de l'olivier, bien qu'artificielle et bien que le botaniste n'aime guère tracer une frontière d'après une plante cultivée,

est, suivant GAUSSEN et SION (5 et 14), la meilleure encore à adopter. Ce dernier auteur dit notamment : « l'opinion courante qui a fait de l'olivier le symbole de la région méditerranéenne, a pour elle la parfaite adaptation de cet arbre au climat et la coïncidence de sa limite avec celle de nombreuses plantes bien méditerranéennes ».

Cette opinion est d'ailleurs partagée par EMBERGER (3) qui considère l'olivier comme un « élément indicateur synthétique ».

Les plantes méditerranéennes appartiennent surtout à des familles de plantes annuelles et de géophytes ; citons une curieuse plante des garrigues calcaires sur laquelle GAUSSEN (6) attire particulièrement l'attention : *le Cheorum*, notons également l'Aphyllanthe dont la jolie fleur bleue égaie au printemps ces solitudes blanches. Les composées, les papilionacées, les graminées, les crucifères et certaines labiées aromatiques sont ainsi abondamment représentées.

De même que l'on peut avoir, quand les conditions sont favorables, des incursions de la flore holarctique* dans le Midi ainsi que nous l'avons vu, de même les irradiations de la flore méditerranéenne peuvent atteindre d'autres régions françaises, par le couloir Rhône-Saône notamment. Les phytogéographes* appellent ces plantes les « latéméditerranéennes » pour les distinguer de celles qui restent cantonnées dans l'intérieur de la zone de l'olivier et qui sont les « euméditerranéennes ». La plus typique de ce premier groupe, est le chêne blanc ou pubescent. Dans la région du Bas-Rhône, la limite de l'olivier est assez nette au nord-est et nord-ouest car cet arbre trouve une protection contre le mistral à l'abri des Cévennes et des chaînes subalpines ; aussi la limite pénètre profondément dans les vallées abritées. C'est ainsi que les olives de Nyons et du Buis-en-Baronnies sont renommées. Par contre cet arbre évite les pays découverts de ces mêmes régions depuis le flanc nord du Ventoux jusqu'à la Cluse de Sisteron.

Au défilé de Donzère, que beaucoup considèrent comme la porte du Midi, l'olivier ne donne qu'irrégulièrement des fruits, mais sur la rive droite, un peu plus au nord, il niche bien à l'abri, sur les falaises de Rochemaure.

Dans cette région, comme le dit BLANCHARD (1) : « une pente bien abritée au sud, c'est un coin méditerranéen, l'autre versant souffre des rigueurs d'un climat déjà continental ».

III. — LA DEGRADATION

La végétation arbustive et arborescente méditerranéenne est très sensible aux destructions. La dégradation s'opère rapidement en certains endroits.

La forêt, dans le Bas-Rhône, vit sur un acquit des périodes géologiques antérieures. Sous le climat actuel elle est à sa limite.

Elle n'entretient pas le sol ; elle n'en constitue qu'extrêmement peu. C'est la raison pour laquelle quand elle est entamée, elle ne se régénère plus [GEORGE (5)].

L'étude phytosociologique des forêts méditerranéennes du midi de la France ne peut être conduite comme celle des forêts sous climats plus humides et surtout moins insolés, ainsi que le fait remarquer si justement KUHNHOLTZ-LORDAT (8). Dans les forêts du Massif Central ou des Vosges par exemple, on se trouve en présence d'une végétation qui évolue assez rapidement vers le « climax* » si les interventions de l'homme sont prudentes (formes devenues stables étant donné les conditions du milieu).

En forêt méditerranéenne, le phytosociologue* est constamment en présence de stades régressifs et la physionomie de la garigue apparaît. Cette régression est toutefois plus lente sur sol siliceux (forêt de la Valbonne, dans le Gard notamment). Mais on est frappé de l'aspect particulier qu'offrent ces zones boisées du midi de la France, si différentes de nos belles forêts du Centre et du Nord-Est.

Toutes les masses forestières en taillis, qui constituent actuellement la presque totalité des basses montagnes de la région du Bas-Rhône, ont eu pour origine des massifs, dont la manière d'être ne peut avoir été que celle de futaies naturelles, plus ou moins claires, mais se régénérant régulièrement par semence. Leur transformation à l'état de taillis, remonte très probablement à l'époque pré-romaine. En ce temps-là, la forêt a été, pour l'homme, une zone de refuge, en même temps qu'elle lui fournissait des matériaux de constructions et les produits de la cueillette (glands surtout). En effet, la large vallée du Rhône fut longtemps inexplorable. Le paysan rencontra à ses débuts, trois obstacles : la montagne, le marécage et le bois méditerranéen. Ce dernier, plus facile à vaincre, fut attaqué d'abord, mais au cours des vingt siècles de l'histoire de France, les forêts françaises ont subi pas à pas, les vicissitudes de notre pays. Les hauts et les bas de notre civilisation se reflètent nettement sur le patrimoine forestier. C'est ainsi que les Gallo-Romains avaient hardiment défriché nos plaines et nos collines ; le Moyen-Age à diverses reprises, par suite de la dévastation et de la ruine de nos campagnes (invasion des Barbares, Guerre de Cent Ans, etc.), a vu de nouveau la forêt reprendre peu à peu en France le terrain perdu, sauf dans le Midi où la régénération est difficile.

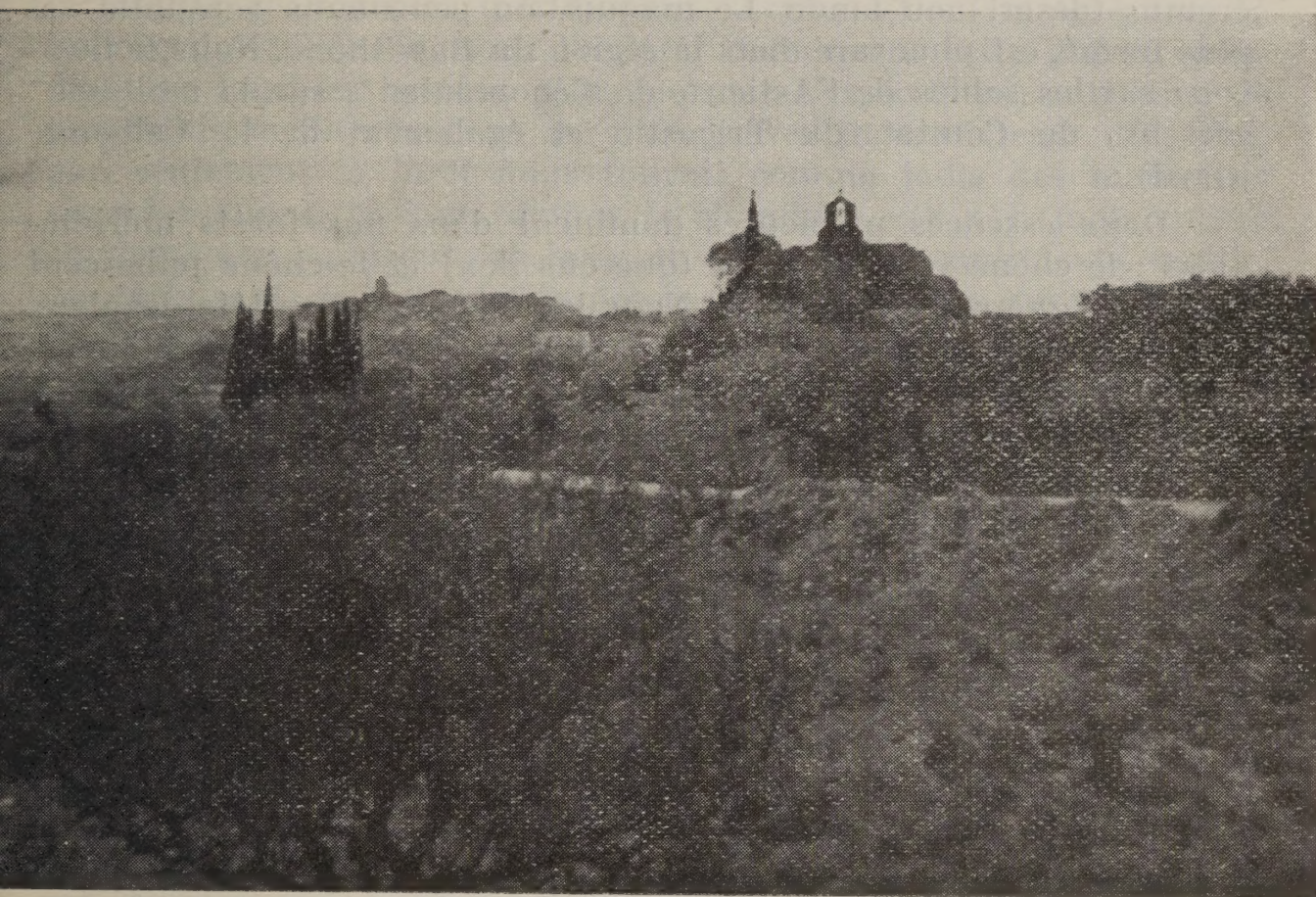
L'hiver extrêmement rigoureux de 1709 fit dans nos forêts des dégâts énormes. Tous les pins de Provence furent détruits. « Ce qui fut pis encore, c'est que les blés ayant gelé en hiver, il survint une famine épouvantable. Le gouvernement crut pouvoir obvier au retour de pareilles calamités en favorisant l'extension de la culture du blé ; plusieurs ordonnances encouragèrent et prônèrent le défrichement » [HUPPEL (7)]. Ainsi l'homme, au cours des siècles, a involontairement élargi le champ des ravages dû aux intempéries en favorisant le ravinement par des déboisements in-



(Photo de l'auteur).

TYPE DE GARRIGUE A FONTVIEILLE

C'est dans la garrigue provençale presque dénudée où, à la fin du printemps, la fleur bleue de l'aphyllanthe s'associe aux touffes odorantes de la lavande-aspic et du thym, qu'Alphonse DAUDET fit aménager ce vieux moulin qu'il rendit célèbre.



(Photo de l'auteur).

PAYSAGE DES COLLINES RHODANIENNES (Thézières)

Mais paysage également des montagnes de Toscane !

Aussi n'est-on pas surpris d'y retrouver comme le chante VIRGILE, le blé, l'olivier, la vigne et le miel.

tempestifs. Et, comme conclut si justement BRAUN-BEANQUET : « Une exploitation abusive millénaire, soutenue et constamment aggravée par le terrible fléau de l'incendie a fait disparaître les vastes forêts dont parlent les vieux auteurs ».

Attaquée sans cesse, la forêt laisse la place à des formes végétales inférieures qui se dégradent de plus en plus. C'est ainsi qu'au bois d'yeuses succède la garrigue (terrains calcaires), ou le maquis (sol siliceux), puis on peut arriver au terme ultime « l'erme », de éremus (désert) ou lande. Le maquis, un peu moins xérophile* et plus fermé, est plus rare dans la région du Bas-Rhône. Nous le trouvons sur les sables de l'Astien*, du Cénomanién*, sur la mollasse* gréseuse du Comtat, du Tricastin et également de la Valbonne (Gard).

Deux essences précieuses dominent dans nos forêts méridionales : le chêne vert ou yeuse (*quercus ilex*) et le chêne pubescent ou blanc (*quercus pubescens*). Nous les retrouvons en tête des deux principales associations végétales forestières du Midi méditerranéen. Leur répartition est plus influencée par la topographie, l'altitude et le profil hydrique que par le profil pédologique* proprement dit.

De l'association du chêne pubescent (*querceto-buxetum*), on passe par dégradation au bois de pin sylvestre, aux lavanderaies à lavande vraie, aux pelouses à *Bromus erectus* et à *Brachypodium pinatum*, transformation que l'on observe à partir de 7 à 800 mètres, sur les versants nord et est des Monts de Vaucluse, du Lubéron et de la Sainte-Baume.

Tandis que, en basse altitude, de l'association du chêne vert (*quercetum illicis*) on arrive par dégradation successive au bois de pin d'Alep, à la broussaille de chêne kermès (*Quercus coccifera*) à la garrigue de romarins et de genévriers, enfin, à la pelouse à *Brachypodium ramosum* et au faciès plus aride encore à *Asphodèle*.

L'étonnante rusticité et la plasticité du chêne yeuse, son comportement d'essence d'ombre, sa faculté de drageonner, lui permet de prendre une place qu'il occupera plus longuement que le chêne blanc, celui-ci adoptant des terrains plus profonds et moins secs.

Nous trouvons encore en quelques endroits (là où la forêt doit son maintien à la protection officielle dont jouissent les territoires domaniaux), quelques beaux et vieux spécimens d'yeuses et de pubescents, à Javon (Vaucluse), à la Valbonne (Gard), à la Sainte-Baume (B.-du-Rh. et Var), à Cadarache (B.-du-Rh., Var et Basses-Alpes).

Le pin d'Alep qui, d'après FLAHAUT (4), existe en France depuis l'époque pliocène*, s'y trouve répandu tout le long du littoral méditerranéen et en Provence ; il dépasse rarement le Rhône et c'est le pin Laricio de Salzmann qui domine en Languedoc (Saint-Guilhem-le-Désert).

« Le pin d'Alep n'est qu'une essence pionnière et préparatoire ;
« il peut prendre pied dans les sols ravinés réfractaires à toute

« autre essence et, une fois installé, il améliore le micro-climat en atténuant son caractère d'aridité ». [BRAUN-BLANQUET (2)].

Ce sera donc sous son couvert protecteur que l'on pourra songer à la restauration de la chênaie d'yeuse primitive dont nous avons montré l'équilibre bien instable, sous la seule condition toutefois, d'interdire les feux pastoraux en mettant efficacement en défens le territoire à reforester. L'Administration des Forêts a fait dans cette voie, un très louable effort, mais elle est loin de contrôler la totalité de nos bois méridionaux. Arrivera-t-on, malgré tout, à un résultat ? Nous n'osons l'espérer car durant cette guerre mondiale où tous les besoins sont énormes l'exploitation intensive de nos taillis méditerranéens aura de graves inconvénients. En effet, non seulement la forêt nous fournit comme jadis des matériaux pour les mines, la construction, le chauffage, etc. (1), mais encore on demande à présent, au bois, et en grande quantité, du textile, du carburant, si bien que le déboisement, ce fléau qui a fait tant de ravages à l'étranger, s'accélère de plus en plus chez nous. Les méfaits si terribles de l'érosion étant donné les conditions climatiques et topographiques de la région du Bas-Rhône, sont à redouter et avec eux, tout le cortège de cataclysmes, ravinements, inondations de plus en plus graves et fréquentes, entraînement et destruction des sols, enlèvement de la couverture vivante et de la couverture morte des taillis et forêts. (Voir 2^{me} partie, chapitre II et chapitre VII : Aménagement de la garrigue).

Le problème de la *conservation des sols*, si bien mis en évidence par RUSSELL (13), doit plus que jamais retenir notre attention surtout dans la France méridionale et il est peut-être utile d'avoir présent à la mémoire, la profonde réflexion de CHATEAUBRIAND : « Les forêts précèdent les hommes, les déserts les suivent ».

(1) Dans la région méditerranéenne l'érosion par ruissellement a été favorisée non seulement par le déboisement mais aussi par la pratique du lignerage (ramassage de bois mort, sec et trainant). KUNHOLTZ-LORDAT.

RELATION entre la FLORE et les PROFILS BIOLOGIQUE et HYDRIQUE de la Camargue

MÉDITERANÉEN (à dominante Mistral et à influence maritime)

CLIMAT →

FLORE →

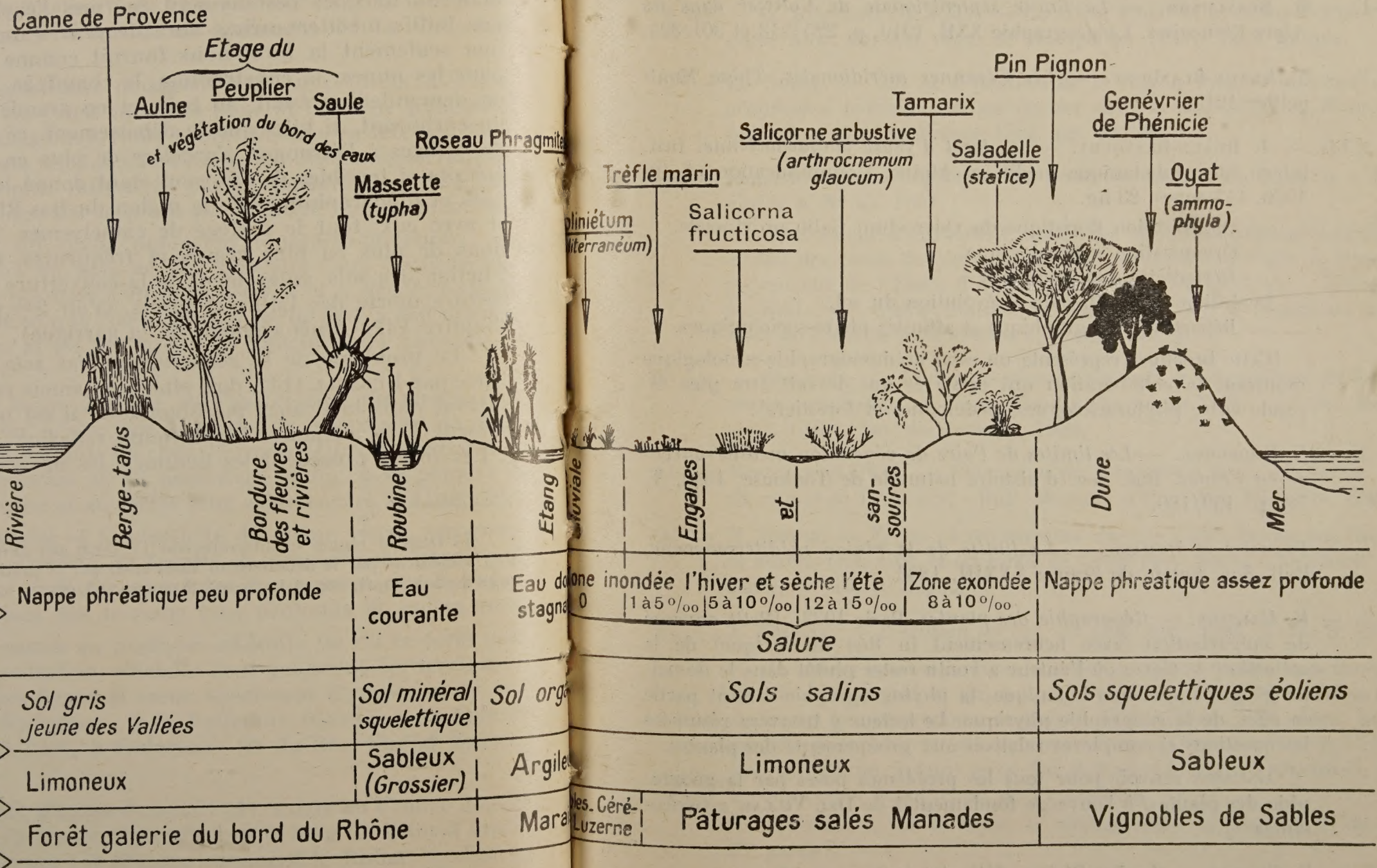
TOPOGRAPHIE →

PROFIL HYDRIQUE →

PROFIL PÉDOLOGIQUE →

TYPES →

VOCATION CULTURALE →



BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le chapitre III :

1. — R. BLANCHARD. — *La limite septentrionale de l'olivier dans les Alpes Françaises*. La géographie XXII, 1919, p. 225/243 et 301/324.
2. — J. BRAUN-BLANQUET. — *Les Cévennes méridionales*. Thèse Montpellier 1915.
- 2 bis. — J. BRAUN-BLANQUET. — *La forêt d'yeuse languedocienne*. Inst. intern. de géobotanique médit. et Alpine. Communication n° 40. 1936, 147 pages, 23 fig.
 - Organisation floristique du Quercetum Gallo provinciale.
 - Organisation synécologique.
 - Périodicité sociologique.
 - Evolution de la Chênaie et évolution du sol.
 - Répartition géographique et affinités phyto-sociologiques.

[Cette brochure représente un essai de monographie-sociologique montrant la collaboration qui existe et qui devrait être plus féconde entre phytosociologues, pédologues et forestiers].
3. — L. EMBERGER. — *Les limites de l'aire de végétation méditerranéenne en France*. Bull. Soc. d'histoire naturelle de Toulouse. 1943. T. 78, p. 159/180.
4. — FLAHAUT et DURAND. — *La limite de la région méditerranéenne*. Bull. Soc. Bot. de France XXXIII, 1886.
5. — H. GAUSSEN. — *Géographie des plantes*, Paris 1933. [Petit ouvrage de vulgarisation (avec heureusement in fine un lexique) de la collection A. COLIN où l'auteur a voulu rester plutôt dans le domaine géographique que botanique, la phytogéographie faisant partie en effet, de la géographie physique. Le lecteur y trouvera résumées les questions si complexes relatives aux groupements des plantes.

GAUSSEN renvoie pour tous les problèmes posés par la géographie des plantes, à l'ouvrage fondamental de DEL VILLAR « Géobotanica »].
6. — P. GEORGE. — *Le Bas-Rhône*, déjà cité (voir page 33).
7. — G. HUPPEL. — *Economie forestière*, 2 tomes.
8. — G. KUHNHOLTZ-LORDAT (JOUBERT et MARCELIN). — *L'enseignement de la forêt de la Valbonne (Gard)*. — Ann. Ecole Nat. Agr. Montpel-

lier, 1931, p. 62. Troisième partie : étude phytosociologique de la forêt.

[C'est pour le géobotaniste et le forestier un type d'étude de la forêt méditerranéenne avec les différents stades régressifs. Cependant ceux-ci échappent parfois à la Valbonne étant donné certaines conditions édaphiques].

- 8 bis. — G. KUHNHOLTZ-LORDAT. — *Reconstitution de l'ambiance perdue de la sylve méditerranéenne*. Ann. Ec. Nat. d'Agr. de Montpellier. 1936 fasc. II. Sept. pp. 103/112.
 - 8 ter. — G. KUHNHOLTZ-LORDAT. — *La silva, l'ager et le saltus des garrigues*. Ann. Ec. Nat. Agr. de Montpellier 1945 - fasc. unique.
 9. — LE NOBLE. — *Sur la définition de la région méditerranéenne en géographie botanique et ses limites dans le sud-est de la France*. Bull. Soc. Bot. de France 1934, pp. 88/96.
 10. — MOLINIER. — *La végétation du Luberon*. Extrait du bulletin « Le Chêne », N° 45, 1938.
- [Cet auteur a également publié des études de phytogéographie et fait des essais de cartographie sur les massifs des plis pyrénéo-provençaux de l'Etoile d'Allauch et de la Ste-Baume, etc... (Extrait du Bull. Soc. d'Hist. Natur. de Toulouse, 1939, 1^o trimestre, extrait du bulletin « Le Chêne », Juillet 1942)].
- 10 bis. — MOLINIER. — *Etudes phytosociologiques et écologiques en Provence occidentale*. — Thèse Faculté des Sc. de Paris. — Ann. Museum d'Hist. Nat. de Marseille, 1934.
 11. — MOLINIER et PRAT. — *Remarque sur l'évolution de la végétation et du climat en Provence*. - Bull. Museum d'Hist. Nat. Marseille, 1943.
 12. — N. NEGRE. — *Forêts et reboisement dans le Gard*. Revue des Eaux et Forêts, Oct. 1931 et *les forêts de Camargue*. Revue « Le Chêne », Paris, N° 16, p. 34/40.
 13. — J. RUSSELL. — *L'érosion du Sol*. — Ann. Agr. 1939, T. IX, p. 539.

[L'auteur qui est le Directeur de la célèbre Station expérimentale de Rothamsted et qui a eu, à maintes reprises, l'occasion de parcourir les possessions anglaises d'Outre-Mer, était donc tout qualifié pour jeter un cri d'alarme contre ce fléau terrible de l'érosion qui gagne certains pays. On doit se préoccuper, conclut-il, de « conserver » le sol avant de l'« exploiter »].

(Voir aussi, sur ce sujet, la bibliographie du Chapitre II de la 2^{me} partie).

14. — J. SION. — *La France Méditerranéenne* (Ouvrage déjà cité. Voir page 45).

CHAPITRE IV

Le Facteur morphologique *

« Entre les phénomènes du passé et ceux qui
« s'accomplissent encore sous nos yeux, il peut y
« avoir de notables différences *d'intensité*, il n'y
« a pas de différence de nature ».

A. de LAPPARENT.

(Traité de Géologie, Introduction).

Le facteur morphologique* est peut-être le plus important à étudier. En effet, le relief et son modelé, l'exposition sont les sources de tous les contrastes, du climat, de la végétation, des sols, des cultures, de la répartition des hommes et de l'activité économique. Nous allons en donner quelques exemples (§ II).

Non seulement on doit se préoccuper de la représentation du relief actuel (côtes, courbes de niveau, levés topographiques, représentation cartographique), mais encore il est utile de connaître l'histoire du modelé de la région que l'on habite. Elle nous fournira la clé de bien des problèmes de phytogéographie* et nous expliquera la genèse de certains sols.

Bref l'étude et l'histoire du relief est la partie la plus importante de la géographie d'un « pays » et l'agriculteur qui s'y installe doit en connaître les données principales car il est le premier à subir ses influences.

Les reliefs actuels qui bordent la Méditerranée et où se combinent les influences tectoniques* et le jeu des érosions, présentent certains contrastes qui s'inscrivent dans la variété des rivages, la diversité des cultures et dans l'activité humaine. Des basses plaines du Bas-Languedoc et de Camargue, on passe par les terrasses caillouteuses de la Crau et de la Costière, aux garrigues et aux collines calcaires pour arriver d'un côté du Rhône aux Cévennes, de l'autre aux plis pyréno-provençaux (Ventoux 1.912 m., Lubéron 1.500 m., Sainte-Victoire, etc.). C'est ce relief qui crée ces méso et micro-climats spéciaux dont nous avons parlé et que l'on retrouve à l'entrée des vallées cévenoles et préalpines (voir cartes climatiques p. 106 et suivantes). Bien à l'abri, certaines cultures y sont possibles.

Pour examiner le relief on aura recours aux diverses cartes topographiques (cartes géographiques et plans directeurs de l'armée par exemple ; voir également la récente carte morphologique de la France par Em. de MARTONNE (7)).

En ce qui concerne l'histoire de la formation du relief (orogénie) nous donnons ci-après, les grandes lignes de celle de la région du Bas-Rhône que nous avons choisie comme domaine d'étude.

§ I. — Histoire de la formation du relief du Bas-Rhône

Dans la région de la basse vallée du Rhône, à l'époque secondaire (fin de l'Infracrétacé*), la mer ainsi que nous l'avons vu, se retire vers le nord et vers le sud, laissant une large bande de terre relier les Cévennes au nord-ouest et le massif des Maures et de l'Estérel, au sud-est. Il s'agit là d'un véritable seuil géologique que GIGNOUX (4) a appelé « l'Isthme Durancien ». Il occupe en effet, ainsi que nous l'avons dit, tout le cours de la basse et moyenne Durance.

Cet isthme était limité au nord du Ventoux par la mer alpine ; il s'arrêtait, au sud, au géosynclinal* provençal ; la mer recouvrait à cette époque toute la basse Provence, formant un golfe aux eaux profondes ainsi qu'en témoignent les faciès des sédiments.

Relié à l'ouest aux Cévennes, par les plateaux ardéchois et la garrigue nîmoise, l'isthme se dirigeait vers le sud-est et venait se souder aux Maures en formant les zones actuelles suivantes : hauts plateaux vauclusiens, plateau de Valensole et plans de Provence.

Cette bande de terre qui constitue la plus grande partie de la région du Bas-Rhône, est restée émergée pendant des temps considérables, subissant bien des vicissitudes ; elle a résisté à des mouvements du sol importants et a été longuement soumise à l'influence des phénomènes d'érosion subaérienne et d'accumulation.

Coincé en quelque sorte entre ces deux massifs anciens, cet isthme Durancien a reçu le choc des plissements pyrénéo-provençaux et des mouvements alpins.

Si nous examinons les déformations successives qui ont contribué à former le relief actuel, résultat d'une évolution morphologique* bien particulière, nous remarquons tout d'abord qu'à l'Albien*, l'isthme Durancien a commencé à se bomber sous l'influence de plissement pré-pyrénéen, chaîne embryonnaire, première ébauche de la formation du pli pyrénéo-provençal [HAUG (5)].

Le seuil Durancien a subi d'autre part, l'influence du soubassement ancien du Massif Central qui se traduit par l'apparition entre les Cévennes et les Alpes d'un faisceau d'anticlinaux* et de synclinaux*. Ces dépressions ainsi formées sont toujours orientées du sud-ouest au nord-est suivant la direction des cassures de la vieille

chaîne cévennole (ennoyage* Tricastin, plaine d'Alès, dépression Roquemaure-Nîmes, gouttière tectonique* du Rhône, fossé de la moyenne Durance).

Les plissements pyrénéo-provençaux dateraient de la fin du Crétacé* et du début de l'ère tertiaire. Ils ont transformé la structure de l'isthme Durancien et surtout sa bordure méridionale (Alpilles) (1).

Ces mouvements tectoniques* ont donné une poussée du sud au nord et les ondulations sont orientées de l'est à l'ouest. Toutes les chaînes provençales se rattachent à ce système orogénique* : Barre du Lampourdier, Ventoux, Lure, Lubéron, Monts de Vaucluse, Massif des Baux (Alpilles), Trévaresse, Mont-Major, Sainte-Victoire, Sainte-Beaume, Estaque, Etoile, etc...

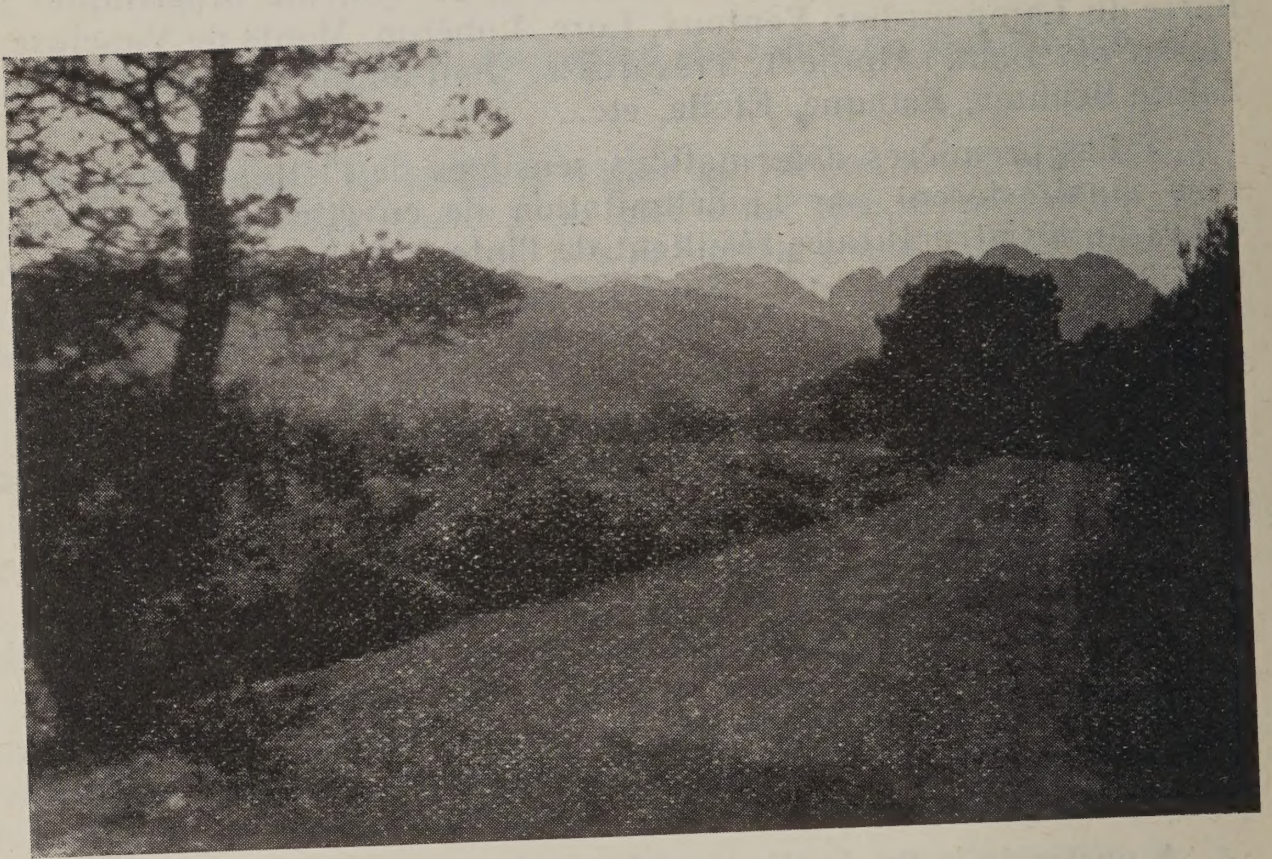
« Les premières déformations sensibles de l'isthme Durancien se manifestèrent par la délimitation de cuvettes et de dômes. Ces unités structurales résultent de l'interférence des deux directions de dislocations : la direction varisque* des plis hercyniens* (sud-ouest, nord-est) et la direction pyrénéo-provençale, est-ouest » [GEORGE (3)].

Toutefois ces deux forces de dislocation se sont équilibrées, formant ainsi une structure réticulée qui détermine la base du relief actuel.

A l'époque éocène*, nous entrons dans une période d'aplanissement continental et tous ces plis d'origine pyrénéenne sont tronqués par l'érosion, mais les bassins d'ennoyage* subsistent et présentent des zones de moindre résistance où s'accumulent les dépôts résiduels. C'est à cette époque que se sont produits les premiers phénomènes d'érosion du calcaire dont nous reparlerons en détail (phénomènes karstiques*).

A partir de la fin de l'époque Oligocène, toute la région est soumise aux mouvements alpins, mais ceux-ci ne modifient pas sensiblement l'allure générale de l'isthme Durancien. En effet, les soulèvements de la chaîne des Alpes ont eu pour conséquence générale la formation d'un relief d'anticlinaux* et de synclinaux* orientés nord-sud, que nous ne retrouverons pas dans la région. Le modelé du Bas-Rhône n'a donc pas été sensiblement bouleversé par l'érection alpine, en raison sans doute de ce que le seuil Durancien, peu plastique, affecté déjà par des fractures, n'était plus un milieu vierge de toute influence orogénique*. Cependant, le soulèvement alpin a eu comme résultat de faire rejouer les axes des plissements antérieurs ; les anticlinaux* plus ou moins touchés par la période de pénéplations éocènes* se sont relevés, les synclinaux* se sont enfoncés en accentuant l'ennoyage* de certains bassins, celui des Baux notamment. Mais si l'ossature structurale reste la même, les mouvements tectoniques* alpins l'ont brisée en quelques endroits

(1) La dénomination « Alpilles ou Alpines » est tout-à-fait impropre. Nous préférons les voir appeler « Massif des Baux ».



(Photo de l'auteur)

LE MASSIF DES BAUX (Alpilles)

Evoquant un paysage d'Orient, le massif des Baux, lieu encore sauvage et accidenté, étale au loin la ligne sombre et déchiquetée de ses crêtes ; sur l'une d'elles est encore accroché l'ancien château en ruines des Comtes de Provence, qui domine au sud toute la Crau et la Camargue.



(Photo Bartesago, Avignon).

LES SANSOUIRES EN CAMARGUE (sols salins)

Pays de grand soleil et de grand vent, pays de solitudes où, au crépuscule, dans une même lumière, se confondent la surface argentée des sansouïres et le plan d'eau des étangs.

suivant l'axe des anciennes cassures hercyniennes* (Combe de Lourmarin dans le Lubéron, Col de Lamanon où passa la Durance au début du Quaternaire).

Nous voyons donc que l'isthme Durancien a un relief très ancien et qu'il a été simplement rajeuni à l'époque du soulèvement des Alpes, en conservant l'essentiel des paysages qui avaient été modelés antérieurement.

La fin du Tertiaire (Pliocène) et le Quaternaire constituent de nouveau des époques d'aplanissements cycliques dont l'œuvre est assez complexe : érosion alternant avec des phases de remblaiement dû aux rivières importantes et variations du niveau de base de l'époque glaciaire. La Méditerranée, mer instable, a joué, depuis le Tertiaire, un rôle important dans l'évolution morphologique de cette région. « Il semble bien que le rythme des érosions et des accumulations dont l'alternance a tant contribué à donner sa physionomie à la façade méditerranéenne de la France, soit le résultat de « mouvements du sol autant que d'oscillations du niveau marin ». [De MARTONNE (7)].

Actuellement les basses plaines du Rhône et de la Durance, ne sont pas encore achevées, la Camargue notamment ; le Rhône, danger permanent pour ces plaines, a été endigué et pousse péniblement la conquête sur la mer tandis que l'homme essaye d'entreprendre la tâche énorme de terminer plus rationnellement le travail du fleuve en drainant, irrigant et colmatant.

§ II. — Importance des conditions morphologiques pour l'adaptation de certaines cultures

a) *Lavande*. — Une enquête sur la lavande (1) nous a justement donné l'occasion de nous rendre compte de la sensibilité d'une plante vis-à-vis du milieu dans lequel elle vit.

Dans tout le sud-est de la France, la lavande vraie (*lavandula vera*) ne prospère qu'en sols calcaires perméables ; ces plantations doivent en outre, en basse altitude, être faites sur le *versant nord* (ubac) des collines provençales ou sur un *plateau bien découvert*. Si ces conditions morphologiques ne sont pas remplies, on assiste rapidement, ainsi que nous l'avons constaté, à un dépérissement général des plantations.

b) *Vigne*. — Parmi les principes directeurs qui guident les techniciens chargés de la délimitation de l'aire de production des grands crus viticoles de la France, il faut donner une place primordiale au facteur topographique (altitude, exposition, pente). KUHNHOLTZ-LORDAT attache une grande importance à ce qu'il appelle « les courbes maîtresses de niveau » (pied de coteau ou tour de plateau, suivant les régions étudiées).

En rapport avec l'indice d'aridité, facteur climatique dont nous

nous avons parlé précédemment, l'exposition d'un vignoble joue un grand rôle pour l'obtention d'un vin de qualité.

**

Ainsi l'analyse de la structure du sol et de son influence, vers lesquelles se tournent de plus en plus les géographes français, qui suivent d'ailleurs la forte impulsion donnée par le géologue autrichien SUSS (9), nous permet d'entreprendre une étude approfondie des formes du terrain si utile à connaître pour l'agronome.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le chapitre IV :

1. — BORDAS - JOESSEL et ANRES. — *Enquête sur le dépérissement de la lavande*. — Annales des épiphyties N° 6 - 1932.
2. — Ch. DEPERET. — *Aperçu sur la structure générale et l'histoire de la formation de la vallée du Rhône*. — Annales de Géographie IV. 1893.
3. — GEORGE. — *La région du Bas-Rhône* (auteur déjà cité p. 33).
4. — GIGNOUX. — *Géographie stratigraphique* - 1926, Paris, — MASSON, édit.
5. — HAUG. — *Traité de géologie*. — A. COLIN, édit. 1921. — 3 Tomes. T.I. — Les phénomènes géologiques actuels.
6. — de MARTONNE. — *Traité de Géographie physique* (auteur et ouvrage déjà cités p. 44).
7. — de MARTONNE. — *Géographie universelle. Tome VI. La France physique* (auteur et ouvrage déjà cités, p. 45).
8. — SION. — *La France Méditerranéenne* (ouvrage déjà cité, p. 45).
9. — SUSS. — *La face de la terre*. Traduction Française. A. COLIN, édit. Paris.

CHAPITRE V

Le Facteur hydrologique

« Nous ne connaissons que des fragments et
« des prémices de la circulation hydrique de l'é-
« corce terrestre. Les énigmes qui restent à ré-
« soudre relèvent de six ou sept sortes de spé-
« cialistes ; leur tâche est immense, de première
« nécessité ».

E. A. MARTEL.

(Nouveau traité des eaux souterraines).

L'eau dans le Midi est le facteur venant limiter les récoltes. Il importe donc que le cultivateur méridional attache une importance capitale à ce problème. Non seulement il lui faudra se rendre compte, pour guider son assolement, de la répartition de l'eau dans les différents horizons de ses sols (profil hydrique) et connaître les variations de ce niveau d'eau suivant les saisons, mais encore il devra se préoccuper d'avoir de l'eau à sa disposition en quantité suffisante (sources, puits, rivières, canaux d'irrigation), soit pour assurer le bon fonctionnement d'une industrie agricole annexe (cave, laiterie), soit pour pouvoir éventuellement arroser tout ou partie de sa propriété, soit enfin et surtout, pour assurer son exploitation agricole (lavage du logement des animaux, de la ferme, des instruments, sulfatages, etc...).

Enfin, la question de l'eau potable pour les besoins de la ferme doit retenir son attention. Il devra s'assurer de la bonne qualité de l'eau et devra vérifier la position des puits par rapport aux fosses à fumier et aux fosses septiques ; enfin, il devra s'assurer d'un écoulement normal des eaux usées. Or, dans nos campagnes, ces questions sont malheureusement trop souvent laissées de côté. Grâce à une eau abondante et saine, on maintiendra à la ferme, une *bonne hygiène générale*, facteur non négligeable de l'augmentation du rendement de l'exploitation.

Nous indiquerons dans la deuxième partie de cet ouvrage les moyens dont l'agriculteur pourra disposer afin d'utiliser rationnellement cette eau dont il a tant besoin ; nous nous limiterons pour le moment aux considérations d'ordre général sur le facteur hydrologique dans la région du Bas-Rhône.

Le cycle de l'eau

On sait que sous l'action de la chaleur solaire, une partie de l'eau des océans s'évapore, redevient à l'état de gaz et remonte vers les hauteurs de l'atmosphère sous forme de brouillards et de nuages. Suivant les caprices des vents et des variations barométriques et thermométriques, ces nuées se résolvent en pluie, grêle ou neige et retombent soit dans la mer elle-même, et alors le cycle est vite fermé, soit sur les terres.

En arrivant à la surface du sol, la pluie se divise en quatre parties :

- une première partie est de suite reprise par l'évaporation ;
- une deuxième ruisselle ; elle est alors la cause de bien des dégâts, surtout dans le Midi, et nous verrons plus loin comment y remédier. (Chapitre II, 2^{me} Partie).

Cette eau, en effet, compose, de proche en proche, ruisseaux, rivières, fleuves, bref tout le réseau hydrographique superficiel.

- une troisième s'enfonce sous l'influence de la pesanteur, par percolation, et va alimenter les nappes souterraines dont les profondeurs varient suivant la nature des sous-sols.

- une quatrième, enfin, reste dans les couches superficielles pour satisfaire aux besoins des plantes et entretenir l'évaporation du sol.

C'est cette dernière qui intéresse le plus les agronomes et d'après DUCLAUX (6), elle représente au maximum les 4/7^{mes} de l'eau tombée.

Ainsi, la mesure de la pluie à l'aide de pluviomètres, telle que l'indiquent les postes météorologiques, ne fait pas connaître la hauteur d'eau réellement efficace au point de vue culture, qui est, d'après ce qui précède, la quantité ayant pénétré dans le sol.

Les études lysimétriques nous donnent, sur ce point, des indications plus précises. Rappelons qu'un lysimètre est constitué par une caisse étanche, enfoncé dans le sol et ayant une surface déterminée ; le fond possède un collecteur permettant la mesure des eaux d'infiltration.

D'autre part, dans le midi de la France, en particulier pendant l'été, l'écart entre la pluie qui est rare, et les besoins du sol et des plantes, dépasse souvent 2.500 mètres cubes à l'hectare. Ce déficit ne peut pas être comblé par l'eau remontant des couches profondes. RUSSELL (11) déclare en effet, que la pluie une fois passée dans le sous-sol ne peut guère remonter avec une vitesse suffisante pour être un facteur important dans la croissance des plantes. D'ailleurs, par suite d'une longue sécheresse où le débit des sources profondes est très réduit, il est difficile d'admettre que le sous-sol puisse céder

aux couches superficielles une quantité d'eau appréciable. L'irrigation devient alors nécessaire.

Toutefois, nous ne devons pas passer sous silence les diverses sources secondaires de l'humidité du sol. Nous signalerons d'abord le brouillard, peu répandu dans le Midi, puis la rosée, phénomène assez fréquent dans les régions chaudes à ciel pur comme on en rencontre dans nos pays méditerranéens. Il existe une rosée externe et une rosée interne ; la première s'observe quand le temps est beau et assez chaud. C'est alors que la température de la surface des corps exposés au rayonnement nocturne tombe au-dessous du degré de saturation de l'air sans que ce dernier descende à cette température ; il se dépose ainsi sur les corps refroidis des gouttelettes de rosée. La rosée interne est constituée par cette eau de condensation qui se dépose à l'intérieur de la terre arable, par suite de la différence de la température qui existe entre l'air extérieur et les couches plus ou moins profondes du sol. Il existe enfin, une eau d'absorption car la terre, comme beaucoup d'autres substances, a la propriété de fixer par adhérence superficielle la vapeur d'eau de l'air, ce dernier n'étant pas saturé. Ce phénomène d'hygroscopicité est beaucoup plus important dans nos régions méditerranéennes qu'ailleurs en France. C'est presque un phénomène régulier et continu qui a été fort bien étudié par CHAPTAL (3) à Montpellier :

« La captation de la vapeur d'eau atmosphérique peut apporter à la terre, déclare cet auteur, pendant les périodes de sécheresse, des quantités d'eau importantes, parfois supérieures aux précipitations ».

C'est le principe des puits aériens. Il en existe un à Trans-de-Provence.

Les bons effets des façons culturales d'été sont dûs à la pénétration de l'air jusqu'aux racines des plantes et au dépôt, au contact de ces dernières, de l'eau qui sera absorbée par les végétaux.

On a souvent observé — et notamment durant les étés si longs et si secs de 1942 et de 1943 — que les vignobles situés sur les terrasses caillouteuses et d'aspect aride, souffrent moins de la sécheresse que les vignes de plaine placées dans un sol tassé à éléments fins.

Caractéristiques hydrostatiques et hydrodynamiques des sols

Nous rappelons ci-après les principaux rapports de l'eau et du sol.

L'eau dans le sol se présente d'après ce que nous venons de voir précédemment :

1°) sous forme d'eau libre, c'est-à-dire circulant par gravité dans les espaces lacunaires.

2°) sous forme d'eau capillaire retenue à la surface des particules de terre, par le jeu de la tension superficielle.

3°) sous forme d'eau d'imbibition. C'est en quelque sorte une véritable imprégnation des particules terreuses, avec gonflement. C'est là une particularité du réseau cristallin de certaines argiles contenues dans les sols (Montmorillonite en particulier) leur conférant cette importante propriété agronomique du pouvoir absorbant.

Toutefois, entre ces différentes fractions il n'existe pas de limites bien nettes et on observe des variations suivant les techniques plus ou moins arbitraires mises en œuvre pour les observer.

Les principales caractéristiques hydro-statiques et hydro-dynamiques des sols que l'agriculteur doit connaître sont les suivantes :

La capacité de rétention qui correspond d'après DEMOLON (4) au maximum que le sol peut retenir dans les conditions où son drainage se trouve assuré librement.

Le degré de saturation, c'est-à-dire le rapport de l'humidité existante à celle qui correspond à la capacité de rétention.

Cette rétention a une importance pratique considérable, notamment pour les cultures de printemps et la réserve d'eau ainsi faite joue un rôle primordial. D'autre part, l'irrigation dans le Midi, a pour objet de *saturer* périodiquement cette capacité de rétention.

— au point de vue hydrodynamique, ce seront les lois du mouvement de l'eau dans les sols étudiés par PORCHET (9) qui doivent retenir notre attention. Deux notions sont utiles à connaître : *la vitesse de filtration* et le *coefficient de perméabilité*, mesure indispensable pour effectuer les opérations de drainage et d'irrigation dont nous reparlerons.

Hydrologie du Bas-Rhône

Une étude hydrologique nécessite une connaissance parfaite de la géographie physique de la région (hydrographie, orogénie*), ainsi que celle du substratum (nature des roches-mères). On sait, en effet, que l'eau tombant sur un terrain granitique, calcaire, ou siliceux, n'y pénètre pas de la même façon et y circule différemment.

Nous avons vu que la région du Bas-Rhône est essentiellement constituée d'un vaste et large seuil calcaire (isthme Durancien) qui relie les Cévennes aux Maures. L'hydrologie de toute cette région calcaire y est assez particulière ; nous allons en reparler.

Ce seuil, nous l'avons vu, depuis sa longue émergence a subi bien des vicissitudes : cassures et plissements dûs aux mouvements pyrénéens et alpins, creusement de la vallée du Rhône et de ses affluents qui date déjà de l'époque tertiaire, formation de bassins remplis de matériaux divers, sables et marnes notamment.

L'hydrologie dans ces différents sédiments se présente de la façon suivante :

Phénomène hydrologique du calcaire

(Hauts plateaux Vauclusiens - Ventoux - Lubéron - Lure - Alpilles - Garrigues Nîmoises - Plateaux Ardéchois).

Ces phénomènes sont très répandus en France, en Champagne, dans les Causses, dans les Charentes, en Bourgogne, dans le Jura et les Alpes.

Toutefois la région du Bas-Rhône a un faciès calcaire (surtout celui de l'Urgonien*) assez typique et d'autre part, c'est la célèbre Fontaine de Vaucluse qui a donné son nom aux résurgences analogues, si fréquentes dans tous ces terrains.

Toutes ces régions calcaires présentent une série de formes aujourd'hui bien connues (lapiaz*, dolines*, avens*, canyons*, grottes, etc.), qui se présentent dans tous les pays du monde, avec les plus grande analogies et que pour cette raison, le spéléologue MARTEL (8) a proposé d'appeler « phénomènes du calcaire ». Les géologues et les géographes les appellent plus couramment « phénomènes karstiques ». C'est en effet, dans le Triestin (Karst ou Carso) qu'ils ont pris une ampleur considérable et qu'ils ont été particulièrement étudiés (voir schéma, p. 96).

L'eau ne séjourne pas à la surface du calcaire. Chargé de gaz carbonique, elle l'attaque et les parties les moins résistantes offrent une proie plus rapide à l'érosion, d'où ce modelé si caractéristique des régions calcaires. L'eau finit par trouver une fissure, une diaclase ou un aven pour s'enfoncer à de grandes profondeurs.

Donc, ainsi que l'écrit MARTEL (8) : « les calcaires de toutes les époques géologiques sont caverneux et c'est suivant une loi géologique formelle que l'écoulement souterrain des eaux s'y effectue par des fissures ».

Il n'y a donc pas d'eau superficielle dans les terrains calcaires et la nappe des puits (nappe phréatique*) n'existe pas. Seuls les courants d'eau souterrains circulent à de grandes profondeurs et nous sont inaccessibles. Aussi toutes les fermes situées en plein cœur de la zone calcaire du Bas-Rhône (plateau de Saint-Christol, plateaux de la basse Ardèche) sont-elles obligées d'avoir recours à l'eau de citerne, c'est-à-dire à l'eau de pluie recueillie sur les toitures, grâce à un réseau bien étudié de gouttières qui rassemblent le précieux liquide dans une fosse étanche et couverte. C'est là une terrible servitude sous notre climat et qui gêne bien souvent le paysan de ces régions déjà défavorisées à d'autres points de vue.

Toutes les eaux qui tombent sur les pénéplaines* calcaires de l'isthme Durancien finissent après un long circuit souterrain, par réapparaître à l'air libre. Ce sont des *résurgences*, c'est-à-dire des fausses sources sortant des terrains à perméabilité de fissures, caractérisées par un volume d'eau souvent considérable, par les grandes variations de leur débit et par leurs impuretés bactériologiques. La Fontaine de Vaucluse, rendue célèbre par PÉTRARQUE, a été prise comme type de ce genre d'émergence (sources vauclusiennes).

Elle donne naissance à la Sorgue qui arrose une partie de la plaine du Comtat-Venaissin. Les eaux sont limpides et d'une belle couleur verte, mais elles sont froides (température oscillant entre 12 et 13°) et peu favorables aux irrigations.

Nous citerons dans la région du Bas-Rhône comme autres sources vaclusiennes, celles du Groseau, de Nîmes, de Fontaine Lévêque, puis la résurgence de Bramadieu (Gard) et l'émergence du Rassaïre à Mollégès (B.-du-Rh.).

L'érosion normale par les eaux, ainsi que l'érosion souterraine, engendrent deux formes de surface du modelé des régions calcaires de part et d'autre du Rhône : ce sont les canyons* et les poljés*. Les premiers forment des gorges profondes qui s'enfoncent dans le massif calcaire. Les cours d'eau de la rive droite du Rhône (Ardèche, Cèze, Gard), qui proviennent d'une région non calcaire, les Cévennes, forment des vallées surimposées, enfoncées sur place au fur et à mesure de l'affaissement du niveau de base marin. Le bassin hydrographique des hauts plateaux calcaires vaclusiens est plus homogène ; il est le résultat d'une évolution uniquement poursuivie dans une région calcaire. Le régime est très irrégulier ; ce sont des rivières intermittentes, ne drainant l'eau que des grandes pluies seulement. Les plus typiques de ces canyons sont celui du Verdon (Basses-Alpes) entre Castellane et Moustier-Sainte-Marie et celui de la Nesque (Vaucluse), petite rivière qui dévale au printemps et à l'automne, de roches en roches, au fond d'une gorge pittoresque bordée de murailles parfois impressionnantes, comme le roc de Cire, chanté par MISTRAL dans « Calendal ».

Les poljés* ou bassins fermés, sont de véritables vallées mortes, inachevées, soit par des causes tectoniques*, soit par les effets d'une infiltration subitement suspendue ou très diminuée [MARTEL (8)].

Certains poljés peuvent n'être que la réunion d'un chapelet de dolines* dont les barres séparatives disparurent ; on peut encore expliquer leur genèse par l'effet d'effondrements internes dûs à l'érosion mécanique par les eaux. Ces phénomènes provoquent parfois des tremblements de terre locaux (celui de 1909 est resté célèbre dans toute la Provence).

Ces dolines et poljés se rencontrent sur toutes les surfaces calcaires de la région du Bas-Rhône ; certains sont périodiquement inondés malgré leur altitude.

L'hydrologie joue donc un rôle considérable dans la morphologie calcaire. Tandis que le modelé superficiel sur les plateaux est le résultat d'une évolution relativement récente, les formes souterraines semblent très développées et d'origine très ancienne. Ces phénomènes du calcaire ont une importance très grande dans tout le bassin de la Méditerranée. Ils sont à l'origine de la formation de ces sols rouges si typiques de ces régions et dont nous parlerons tout à l'heure. D'autre part, l'hydrologie du calcaire si particulière joue un rôle considérable en géographie humaine ; elle a influencé à tel point les coutumes des habitants de ces pays, qu'on lui attribue deux légendes grecques bien connues et que rappelle RISLER (10)

dans son cours d'agriculture comparée : le tonneau des Danaïdes représenterait dans la mythologie grecque le sol pierreux et sec de la plaine d'Argos, à substratum calcaire très perméable. D'autre part les nombreuses sources d'origine vaclusienne qui naissent ainsi aux pieds des plateaux jurassiques de la Grèce, sont rassemblées au défilé de Lerne :

« Ne trouvant pas assez d'écoulement, elles formaient des mares qui répandaient la fièvre autour d'eux et *dévorait* ainsi les habitants. Ces sources appelées Xépharia, sont les têtes de l'hydre de Lerne qu'Hercule réussit à couper. La fable de l'hydre de Lerne ne représente donc pas autre chose qu'un vaste drainage de marais, bienfait que les propriétaires reconnaissants attribuent à ce demi-Dieu ».

RISLER ajoute même ce commentaire :

« Il faudrait actuellement à la Grèce quelques-uns de ces Hercules pour reboiser ses montagnes et redrainier ses vallées ! ».

Les nappes aquifères des Basses Vallées du Rhône et de la Durance

(Alluvions anciennes et modernes)

La nappe phréatique* que l'on observe généralement à faible profondeur dans toute la plaine du Bas-Rhône, correspond presque toujours à des sous-écoulements du Rhône, de la Durance et de leurs affluents.

Leur existence est due aux difficultés rencontrées par le drainage dans une région encore encombrée par le cailloutis du Würmien*. L'appel du niveau de base se fait sentir souterrainement le long du poudingue qui plonge vers le Rhône ou vers la mer. D'anciens chenaux guident les eaux sous les alluvions actuelles. C'est ainsi que l'on explique la Durance souterraine de la Crau et, en ce qui concerne les alluvions modernes, les deux sous-écoulements de la Durance dans sa basse vallée actuelle ; d'un d'eux atteint le Rhône en aval de la ville d'Avignon, l'autre en amont, de l'autre côté du rocher crétacé des Doms, vers le Pontet. Cette nappe phréatique* des environs d'Avignon [BORDAS et MATHIEU (2)] alimentée par les sous-écoulements de la Durance voit son niveau remonter vers le sol au fur et à mesure que l'on approche de la cité papale.

Du fait de cette élévation, elle se trouve en légère pression dans la banlieue immédiate de la ville et on constate alors de nombreux points d'émergence (surgeons). On rencontre ces sources dans les canaux d'arrosage ou dans les roubines occupant presque toujours d'anciens thalwegs*, (sources de Font-Couverte, de Font-des-Rats, des Neuf-Peyres, ainsi que celles du Chemin des Sources et de l'Arrousaïre).

Le niveau de ces sources s'abaisse en été et certaines tarissent même. En période de crue du Rhône et surtout de la Durance, la nappe phréatique* voit son niveau s'élever. C'est ainsi qu'aux dernières inondations de 1935, la Durance a atteint son maximum 48 heures avant celui du Rhône. La Durance, avec son sous-écoulement, exerce son action d'une façon très nette et presque instantanée et cette rivière est plus dangereuse encore que le Rhône pour les habitants d'Avignon.

Le Rhône dans sa plaine actuelle, perd également une partie de ses eaux, au profit d'un sous-écoulement dont la pente est plus forte.

La nappe aquifère souterraine de la Crau présente un intérêt particulier car on songe toujours à utiliser cette eau pour aménager la partie de cette vaste plaine caillouteuse encore inculte.

Celle-ci représente, en totalité, 60.000 hectares enfermés dans un triangle dont les sommets sont occupés par les villes d'Arles, Salon et Fos-sur-Mer. La Crau est formée d'alluvions fluviales anciennes à cailloux roulés engendrant, ainsi que nous le verrons au chapitre suivant, un sol rouge des terrasses, typique de la région rhôdanienne. Ce sol, presque partout décalcifié, renferme à une faible profondeur, une partie du cailloutis aggloméré par un ciment calcaire formant de cette façon un poudingue. Ce substratum ainsi d'ailleurs que certains îlots de marnes de l'époque miocène* constituent un horizon imperméable légèrement incliné vers le Rhône et la mer.

Au-dessous du poudingue existe presque partout à des profondeurs très variables une nappe d'eau douce. La forme du fond hydraulique dessinant un thalweg* très accentuée et orientée vers le col de Lamanon, indique nettement que c'est de cette direction qu'arrive la nappe souterraine de la Crau. Il s'agirait donc d'un sous-écoulement très important de la Durance correspondant à son ancien lit au début de l'époque quaternaire.

D'ailleurs l'examen analytique des eaux souterraines de la Crau prouve leur origine Durancienne. La Durance est en effet, caractérisée par une teneur élevée en magnésie que l'on ne retrouve pas dans les autres fleuves et rivières du Bas-Rhône, mais qui existe dans la nappe souterraine de la Crau et dans les mêmes proportions [BECCAT (1)].

Plusieurs auteurs ont considéré comme impossible le passage souterrain de la Durance par le col de Lamanon et estiment que la nappe de la Crau provient uniquement des eaux de ruissellement et des eaux d'irrigation en excès. Or celles-ci sont loin de correspondre au débit de la nappe souterraine et d'ailleurs la présence du poudingue l'empêche de la rejoindre.

D'autre part, la vraie nappe de la Crau qu'il ne faut pas confondre comme l'indique PORCHET (9) avec la nappe superficielle observée à Lamanon, passe à une cote piezométrique* comprise entre 60 et 70 mètres, ce qui rend alors vraisemblable son alimentation par la Durance. Il est même probable que l'on doit placer

assez loin en amont l'origine de la dérivation souterraine qui amène en Crau ce sous-écoulement de la Durance. BECCAT (1) se base, en effet, sur les observations du D^r IMBEAUX, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées ; celui-ci a noté que le débit annuel mesuré au défilé de Mirabeau ne correspond pas aux quantités d'eau tombées sur le bassin versant et chose curieuse, la différence en moins correspondant au débit attribué au fleuve souterrain de la Crau (11 mètres-cubes-seconde, d'après PORCHET - 9).

Enfin le tremblement de terre du 11 juin 1909 qui a été violemment ressenti dans toute la Provence a eu pour effet inattendu de relever d'un mètre tout le niveau moyen de la nappe souterraine de la Crau sans qu'il y ait eu depuis un nouvel abaissement.

Ce séisme a certainement pour cause un effondrement interne de cavités karstiques* modifiant le débit des passes d'eau qui y circulent. Ces phénomènes sismiques ont été signalés par MARCELIN (7), dans le Gard et nous venons d'en dire quelques mots à propos de la formation des poljés*.

Cette hypothèse nous permettrait ainsi de rattacher, ce qui serait normal, l'alimentation en eau souterraine de la Crau, à la circulation énorme et encore inconnue des courants aquifères dans les immenses masses calcaires de l'isthme Durancien.

En Camargue, qui est la plaine alluviale actuelle du Rhône, l'hydrologie est bien différente. Le Rhône tant qu'il n'était pas endigué, divaguait sur ses limons et changeait souvent d'embouchure ; une nappe aquifère salée s'étale sous tout le delta du Rhône à très faible profondeur ; elle est en communication avec les nombreux étangs saumâtres dont le Vaccarès est le plus important. La remontée des chlorures en été, sous l'action de l'évaporation intense engendre ces sols salins appelés « sansouïres »* et qui sont impropres à toutes cultures.

Comme le point culminant de la Camargue est de 4 m. 50, on comprend que la lutte contre le « Salant » et le problème de l'eau, soient en tête du programme de l'aménagement de tout domaine agricole camarguais. La question de l'eau en effet, (pompage d'eau douce dans le Rhône, submersion, puis évacuation de l'excès d'eau qui est loin d'être facile vu le peu de pente existant) préoccupe tous les agriculteurs de cette basse plaine. Aussi, parmi les grands projets d'aménagement du Rhône, figure celui qui prévoit l'abaissement du plan d'eau du Vaccarès et le maintien de cet étang à un niveau constant (cote 0m.50) par pompage. Ce qui, tout en améliorant considérablement les terres autour de la cote + 1m. (cote critique) donnerait un supplément de 24.000 ha à la culture.

Ces zones marécageuses ne sont pas rares dans la région du Bas-Rhône. Au moyen âge, les « paluds » et les « clars » occupaient encore de vastes surfaces qu'on a fini petit à petit par assainir, dessécher et cultiver (étang de Pujaut et de Sérignan, paluds d'Althen, de Noves, de St-Rémy, marais de Beaucaire, des Baux, d'Arles et de Fos).

Mais certains d'entre eux, comme les anciens marais des Baux,

de Beaucaire, de St-Rémy, sont redevenus incultes et sont actuellement couverts à perte de vue de joncs et de roseaux. C'est que leur réseau d'assainissement est actuellement mal entretenu et que le plan d'eau remonte jusqu'au niveau du sol comme jadis.

Leur remise en valeur, œuvre plus facilement réalisable et rentable que l'aménagement de la Crau par exemple, fait actuellement l'objet de travaux de la part du service du Génie rural.

La circulation de l'eau dans les bassins bas-Rhodaniens

La basse vallée du Rhône présente ainsi que nous l'avons vu (voir carte schématique) un certain nombre de bassin d'ennoyage* dont les matériaux de remplissage sont constitués surtout par de la mollasse sableuse*, par des grès, des sables, le tout reposant sur des marnes, des mollasses argileuses, ou des argiles. Ces derniers sédiments mettent donc un terme à la descente de l'eau qui y trouve un *fond* et qui s'y accumule dans les parties inférieures des zones sableuses perméables.

L'importance des nappes aquifères varie suivant l'abondance de l'infiltration à travers les horizons supérieurs des sols perméables, selon la disposition, horizontale, inclinée, convexe ou concave, du substratum imperméable et selon la facilité ou la difficulté d'évacuation, interrompue parfois par des incidents géologiques (lours d'argile dans les sables) ou topographiques divers. Dans le Nyonsais et le haut Comtat, la disposition en cuvette des couches imperméables au niveau des argiles de l'époque plaisancienne*, permet l'établissement de nappes artésiennes*.

Telles sont les considérations générales qui règlent l'hydrologie dans les bassins d'âge tertiaire du Bas-Rhône. Un examen local plus approfondi devra avoir lieu dans la commune où l'on voudra venir se fixer de façon à se rendre compte de la position et de l'importance de la nappe phréatique* dont on aura à se servir.

Ici l'examen du profil hydrique marchera de pair avec l'étude du profil pédologique*.

On devra tenir compte également des causes structurales c'est-à-dire de celles qui incombent au relief naturel dû à la disposition relative et à l'épaisseur des terrains géologiques et surtout à leurs plissements, cassure, pendage, zones d'affleurement qui peuvent modifier singulièrement le régime des eaux souterraines.

On se rend compte, par ces simples considérations, de l'interdépendance des facteurs de bases que nous étudions dans la première partie de cet ouvrage. Le facteur botanique enfin, nous sera également un auxiliaire précieux et la présence de certaines plantes peut nous servir à la recherche de l'eau.

Mais ces signes extérieurs ne sont utilisables naturellement que si on se place dans les conditions voulues. Il faut s'assurer, au préa-

lable, que le terrain examiné ne soit pas perméable ou peu perméable. Dans les marais ou les terrains très argileux, on rencontre un certain nombre d'espèces qui peuvent nous servir ailleurs de plantes indicatrices : peupliers, saules, roseaux, joncs et surtout la canne de Provence (*arundo donax*).

Celle-ci révèle, en général, un niveau d'eau peu profond, dans un sol meuble. Sa présence sur les talus indique un drainage des terrasses supérieures et par conséquent le passage de courants d'eau dont le niveau, à certains moments remonte assez près du sol.

Enfin, la roquette sauvage, l'une des plantes les plus répandues dans nos cultures, et nos vignobles du Midi, est extrêmement sensible aux conditions du sol et du climat. En terre franche, profonde et conservant une bonne humidité elle a une végétation exubérante ; en terre aride, sèche, elle est petite, filiforme, peu florifère et possède des racines ramifiées.

Signalons enfin, parmi ces signes extérieurs, l'observation de la fonte plus rapide de la neige aux endroits plus humides et la présence de buées matinales au ras du sol, mais ces caractères sont difficilement décelables dans le Midi.

L'étude d'un profil hydrique est donc, avant tout, basée sur des faits d'observation qu'il faudra recueillir patiemment et à différentes saisons tout en parcourant le « pays ».

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre V :

1. — BECCAT. — *La Crau*. Observations hydrologiques. C.R. des séances du Congrès de l'eau en Crau. — Marseille 1930, p. 173/174.
2. — J. BORDAS et G. MATHIEU. — *Etude de la qualité des eaux de la nappe phréatique qui alimente Avignon*. — Ann. d'hygiène, juillet 1936.
3. — L. CHAPTAL. — *Les sources secondaires de l'humidité de la terre arable*. 1^o Commission de l'Ass. inter, de la sc. du Sol, Versailles. 1934.
4. — A. DEMOLON. — *La dynamique du Sol*. — 2^{me} Edition, Paris 1938. — DUNOD, Edit. Tome I « Principe d'Agronomie ».
 [Ouvrage de base nécessaire à toute étude agronomique, œuvre de synthèse où l'on trouvera toute les notions générales relatives à la dynamique du Sol, ainsi que tous les travaux récents concernant les milieux physique, chimique et biologique. C'est le premier traité français d'Agronomie moderne].
5. — F. DIENERT. — *L'hydrologie agricole*. — Encyclopédie agricole de chez BAILLIERE, Paris.
 — Hydrologie générale et spéciale. Qualité des eaux. Captage des eaux. Stérilisation et amélioration des eaux potables. Epuration des eaux usées.
6. — DUCLAUX. — *Cours de physique et météorologie* 1891. — HERMANN, Edit. Paris.
7. — MARCELIN. — *Les tremblements de terre dans le Gard*. Bull. Soc. Etudes Ss. Natur. Nîmes XLIII - 1923 - 426.
8. — E. A. MARTEL. — *Le sol et l'eau*. — 2^{me} Partie : l'eau (étude hydrogéologique — en collaboration avec de LAUNAY et BONJEAN) — Tome III du traité d'hygiène de BROUARDEL - MOSNY et CHANTEMESSE. BAILLIERE, Edit. Paris 1925.
- 8 bis. — E. A. MARTEL. — *Nouveau traité des eaux souterraines*, 840 pages - 384 fig. Paris 1921. — DOIN, Edit.

[Ce livre constitue la synthèse de près de 40 ans d'études spéléologiques et hydrologiques pour lesquelles MARTEL s'est littéralement passionné. Comme le dit l'auteur dans sa préface :

« Le développement est surtout d'ordre pratique parce qu'il « porte sur des constatations matérielles et sur l'exposé de nouvelles choses vues au cours d'explorations effectives ».

Une très importante bibliographie permettra au lecteur de se rendre compte de l'importance que prend, de par le monde, ces questions d'hydrologie et leurs nombreuses applications d'ordre agronomique, hygiénique et industrielle].

9. — PORCHET. — *Etude des eaux souterraines de la Crau*. C. R. des séances du Congrès de l'eau en Crau. — Marseille 1930, p. 81 à 170.
10. — RISLER. — *Géologie agricole* (Cours d'Agriculture comparée) 4 Tomes. — 2^{me} Edition, Paris 1898. — BERGER LEVRAULT, Edit.
11. — J. RUSSELL. — *Les conditions du sol et la croissance des plantes*. — Traduit par G. MATISSE. — FLAMMARION, Edit., Paris.

CHAPITRE VI

Le Facteur agrologique

« Il est à souhaiter qu'il se développe chez
« nous une école française de Pédologie* qui,
« adaptant à notre situation particulière les
« conceptions générales internationales, nous per-
« mette d'utiliser au mieux cet instrument nou-
« veau d'investigation dans l'étude de ce milieu
« si profondément complexe qui constitue le
« sol ».

Professeur OUDIN. — Congrès de 1936 de l'As-
sociation Française pour l'avancement des Scien-
ces.

En France, le rendement de nos récoltes est très variable d'un département à un autre. L'une des causes de cette déficience que l'on observe souvent dans la productivité de nos principaux végétaux cultivés est certainement une mauvaise adaptation des plantes « au milieu » (*climat, sol, morphologie*).

L'importance de l'étude du sol passa longtemps inaperçue. Si un précurseur, comme Olivier de SERRES, dans son remarquable « théâtre d'Agriculture et mesnage des champs » a fait ressortir tout l'intérêt de « bien connaître et choisir ses terres » (Livre 1^{er}), on peut avouer qu'en Agriculture on se contentait de méthodes empiriques et l'effort des chimistes s'occupant de l'analyse des terres, n'a abouti, même durant ces dernières années, qu'à des résultats souvent insuffisants. En fait, on n'a pas tenu compte des études susceptibles de bien comprendre les phénomènes propres « au milieu sol » et à sa dynamique.

Le sol, jusqu'à ces dernières années, était considéré comme une substance inerte. Pour beaucoup de citadins, la terre des champs est une matière malpropre, boue en hiver, poussière en été ; pour un grand nombre d'agriculteurs, la terre arable n'est qu'un support fournissant aux plantes le logement de leurs racines, et une importante partie de leur nourriture.

Les travaux modernes d'Agronomie sont venus modifier profondément les anciennes conceptions qui faisaient du sol un support étudié uniquement à l'état statique.

Déjà RISLER avait compris la nécessité d'une doctrine dans l'étude du sol, lorsqu'il disait à ses élèves de l'Institut National Agronomique : « Lorsque vous saurez d'où la terre vient, vous serez « près de savoir ce qu'elle est ».

A la fin du siècle dernier, l'école russe avec DOKOUTCHAIEF, donna une importance particulière à l'étude du sol, et créa cette nouvelle science que l'on appelle la *Pédologie* (de pédos : sol et de logos : discours, science) (1).

Suivant l'expression d'AGAFONOFF, un des pionniers de la pédologie française, cette science étudie le sol dans son *ensemble*, comme un véritable *corps vivant naturel*.

Jadis, en effet, l'Agronome et le Botaniste étudiaient à peu près exclusivement la *couche arable*. Les prélèvements dans le sous-sol, toujours fixés entre 30 et 40 cm., étaient rares. Au contraire, le Minéralogiste ne s'intéresse qu'aux zones inférieures.

Le Pédologue étudie le sol *pour lui-même*, avec tous ses *horizons et sur toute son épaisseur*, très variable d'ailleurs, jusqu'à la roche originelle intacte sous-jacente qui a donné naissance à ce sol. Pour cette raison, on l'appelle la *roche-mère*.

La pédologie apporte à l'Agronome et au Chimiste des méthodes nouvelles d'examen des sols ; elle cherche à préciser les causes fondamentales des transformations subies par la roche-mère, en relations avec les *différents facteurs* d'évolution : *climatiques, topographiques, biologiques*.

La prépondérance relative de certains caractères de ces facteurs d'évolution permet de classer les sols en *divers types génétiques*. Ceux-ci ont des propriétés distinctes et parfois très différentes, dont l'intérêt agronomique est loin d'être négligeable.

A chaque type de sol correspond, en effet, une vocation culturale, c'est-à-dire, une bonne adaptation du végétal au « *milieu* ». On arrive ainsi à la notion de *cru*, donc, de qualité.

D'autre part, la fertilisation est étroitement liée au type génétique.

Ainsi, les études du sol en place, telles que les conçoivent les recherches pédologiques actuelles, présentent un intérêt vital pour l'agriculteur qui doit lutter contre les conditions qui tendent, à la fois à la détérioration de la structure de son sol, et à son appauvrissement graduel.

La pédologie fournira le meilleur critérium pour l'expérimenta-

(1) Ce mot Pédologie, qui peut prêter à confusion puisqu'il veut dire aussi « science qui se propose l'étude des enfants », est trop connu actuellement dans les milieux scientifiques internationaux pour qu'on songe à l'abandonner. D'ailleurs, la pédologie n'est en fait, que la partie de la science du sol qui s'occupe de sa genèse et de son évolution.

Tout en reconnaissant à la pédologie son autonomie et sa raison d'exister à côté des autres disciplines scientifiques, nous estimons, dans l'état actuel des choses, qu'il y a lieu d'orienter également les études des sols vers des applications agronomiques et biologiques (Agrologie) [BORDAS, 3 bis].

tion et l'interprétation des résultats en matière de fertilisation et, comme le dit le Professeur OUDIN : « Sans pédologie, pas de généralisation, pas de science agronomique ».

Quelques exemples montrant l'importance des connaissances pédologiques au point de vue agricole

Bien des personnes voient dans la pédologie, une science nouvelle à nomenclature bizarre (1) et qui se développe sans aucune préoccupation utilitaire.

Les quelques exemples suivants, que nous avons choisis, ont pour but de montrer que les connaissances actuelles de pédologie appliquée permettent, bien au contraire, de donner aux Agriculteurs des notions générales et justes, sur la valeur de leurs terres et sur l'utilisation rationnelle des engrais.

Tout d'abord, l'examen d'un profil, c'est-à-dire de la coupe du sol depuis sa surface jusqu'à la roche originelle intacte sous-jacente, nous renseigne utilement sur le *développement, en profondeur, du système racinaire des végétaux*. Ceci a une importance primordiale, on le conçoit, quand il s'agit d'arbres fruitiers, de vignes, et même d'arbres forestiers.

On sait que le développement racinaire est en rapport direct avec l'approvisionnement en eau des récoltes. C'est, en effet, un facteur capital dans les régions méridionales puisqu'il vient limiter nos cultures. Le rendement de nos récoltes est conditionné par l'eau avant de l'être par les engrais. L'examen du sol en place (2) et celui des différents horizons*, c'est-à-dire des différentes couches que l'on rencontre de haut en bas du « profil », a donc une réelle importance. Il nous permet d'établir quelques diagnostics, causes physiques d'infertilité.

C'est ainsi que si l'on trouve à une faible profondeur un horizon imperméable, celui-ci forme une barrière infranchissable au développement des racines. C'est le cas des « alios »* des sols lessivés (podzols)* des Landes.

Nous retrouvons des phénomènes analogues dans la région rhodanienne, celui de la silicification, à une faible profondeur, de certains sables fluviatiles, par exemple, et celui de la formation des conglomérats dans les alluvions anciennes (terrasses du Rhône et de ses affluents), appelés « taparas » dans la costière du Gard.

(1) Nous nous efforcerons de réduire au minimum l'emploi des termes techniques. Voir le lexique pour les mots suivis d'un astérisque.

(2) Cet examen comprend l'étude des différents horizons ou couches du profil, de leur structure, de leur réaction (pH), du faciès de la roche-mère sous-jacente. Les analyses se feront ultérieurement. On complètera cet examen pédologique par celui des autres facteurs locaux (botanique : flore spontanée, topographique, climatique et hydrologique) précédemment étudiés.

Dans les pays chauds nous assistons à la formation de croûtes calcaires superficielles. Quand cet horizon imperméable est une argile compacte, il y a souvent formation d'une nappe phréatique* et création, par excès d'humidité, d'une zone réductrice asphyxiant appelée horizon à « gley ».

C'est ainsi que nous avons constaté que les platanes de la ville d'Annecy, en bordure du lac, dépérissaient pour cette raison.

Dans tous les cas, un défoncement, au moyen de l'explosif agricole, constituera une opération indispensable, et donnera presque toujours un excellent résultat.

En ce qui concerne la dynamique chimique du milieu, la pédologie nous permettra de dégager des idées plus générales : Les substances nutritives du sol, soit à l'état dissous, soit à l'état dispersé*, subissent des mouvements dont l'orientation est en rapport direct avec le climat, un des facteurs principaux de la genèse des sols.

L'étude de ces mouvements, dont les différents types de sols sont le siège, a donc au point de vue de la fertilisation, une importance capitale. Il en sera de même pour l'humus, l'argile, le fer, éléments colloïdaux* du sol.

Les mouvements « per descensum » sont dus aux pluies ; ceux « per ascensum » sont provoqués par l'évaporation.

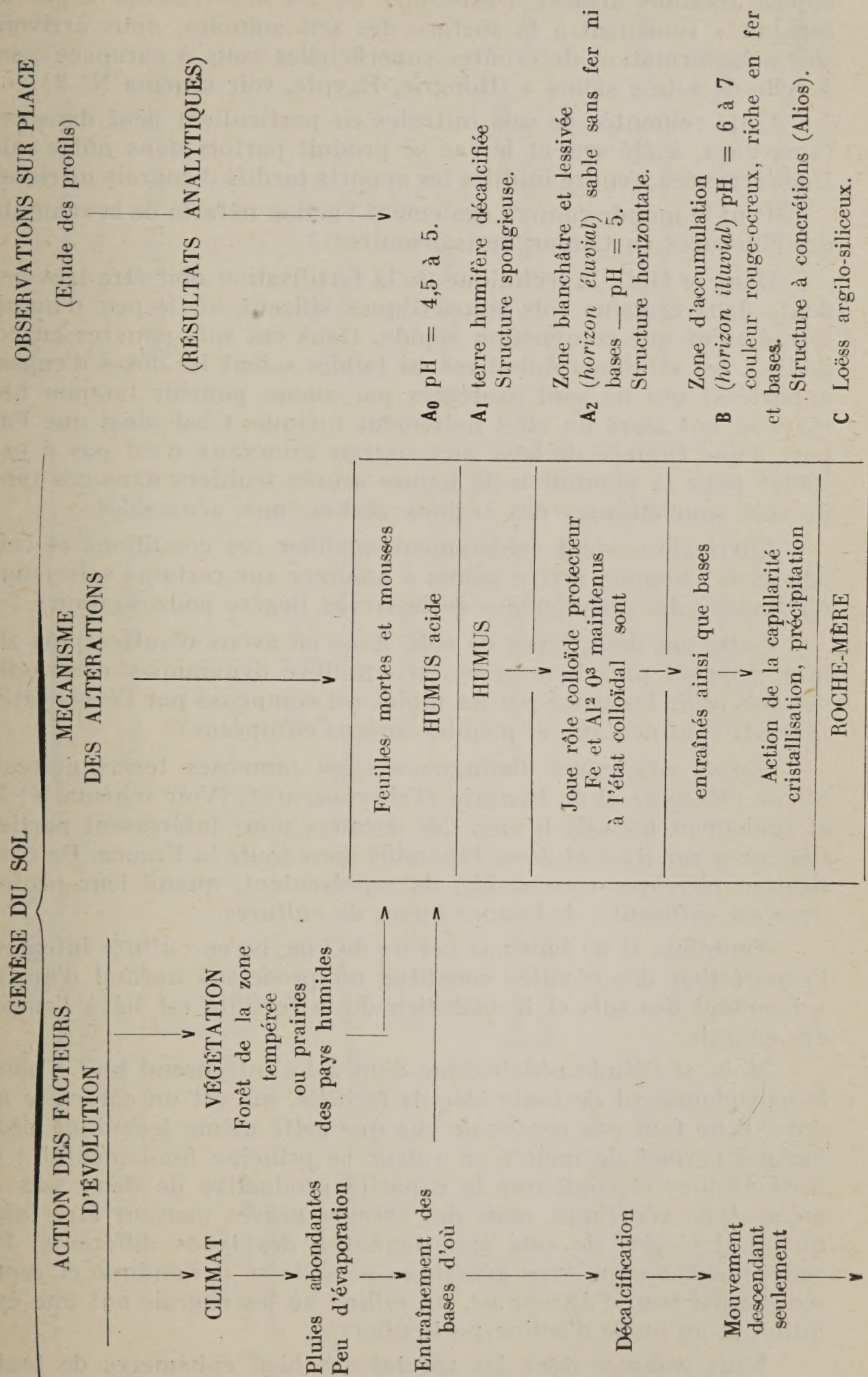
Si les précipitations sont plus élevées que les pertes par évaporation, il y a entraînement de haut en bas. Ce *lessivage* a son maximum d'intensité dans les sols dits : « podzoliques »*, caractéristiques des zones à climat humide (voir schéma N° 1), et dans les sols « latéritiques »* tropicaux.

Le calcium représente l'élément dont l'élimination est la plus intense. Dans les limons lessivés du nord de la France, on peut arriver à une perte de 500 kgs par hectare et par an (acidification du milieu). Le magnésium est également un élément fortement entraîné, et on a remarqué que certaines maladies de carence dues à un déséquilibre de fumure, sont fréquentes dans ces types de sol.

L'acide phosphorique n'est pas non plus insensible à l'action de ce lessivage. C'est ainsi que dans les sols de Picardie, on ne retrouve des quantités normales de cet élément qu'à près d'un mètre de profondeur (JORET).

Tous ces phénomènes de migration d'éléments utiles s'observent avec le maximum d'intensité dans les sols podzoliques* perméables et sous couverture forestière, car dans les terres cultivées, les travaux aratoires et l'apport d'engrais tendent à réduire les pertes par percolation et à maintenir la saturation des bases dans les horizons de surface.

Ainsi, la pédologie nous montre que ce type de sol dit « Podzol »* a une tendance naturelle à une perte de fertilité dont on doit tenir compte dans la technique de la fertilisation (amendement calcaire et/engrais). Ce type de sol sera rare dans la région méridionale et dans la vallée du Rhône.



Si nous prenons maintenant un type de sol diamétralement opposé (régions arides), c'est-à-dire où les mouvements « per ascensum » ramènent à la surface des sels solubles, nous arrivons, soit à la formation de croûtes superficielles (sols à carapace), soit à celle de sols « salins » (Hongrie, Egypte, voir schéma N° 2).

Cette remontée de sels (nitrates en particulier) peut dans certains pays, à été sec, et le cas se produit parfois dans notre midi Méditerranéen, rendre inutiles les apports tardifs d'engrais nitriques.

Tout le monde connaît également l'action néfaste de la remontée des chlorures en Camargue (sansouïres) *.

Dans le Midi, la technique de la fertilisation doit être très prudente dans certains sols squelettiques siliceux où le peu d'humus formé subit une combustion rapide. Dans ces sols pauvres en colloïdes*, les solutions nutritives (si faibles soient les doses d'engrais apportées) qui ne sont protégées par aucun pouvoir tampon bien marqué, ont alors un effet nettement toxique. C'est ainsi que l'apport d'une fumure de base aux engrais minéraux n'est pas à conseiller pour la plantation de jeunes arbres fruitiers dans ces types de sols squelettiques des régions sèches, non arrosables.

L'irrigation vient évidemment modifier ces conditions et cette action de l'homme arrive même à amorcer sur certains sols jeunes d'alluvions des phénomènes de lessivage (légère podzolisation).

Entre ces deux types de sols, nous en avons d'autres plus stables, à profil plus homogène, en équilibre dynamique, c'est-à-dire des sols où le lessivage par les pluies est compensé par l'évaporation (climats continentaux et méditerranéens européens).

Parmi eux, nous distinguerons les fameuses terres noires à blé de l'Ukraine et de Hongrie (Tchernoziem) *. (Voir schéma N° 3), et également les sols bruns. Ces derniers nous intéressent particulièrement car ils sont assez répandus dans toute la France. De constitution physique convenable, ils représentent, quand leur profondeur est suffisante, de bonnes terres de cultures.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue, qu'en culture intensive, l'exportation des récoltes constitue un processus normal d'appauvrissement des sols et le maintien de la fertilité est lié à l'emploi des engrais.

Mais, si l'étude pédologique d'un sol s'entreprend tout d'abord indépendamment de toute idée de fertilité, qui est un caractère annexe, il ne faut pas perdre de vue que cette même technique pédologique permet de mettre en valeur ce principe fondamental : on peut évaluer et comparer la capacité productive de deux sols du même type génétique, mais des erreurs graves peuvent être faites quand il s'agira de sols appartenant à des types différents. Par conséquent chaque type génétique possède sa dynamique et représente ainsi pour l'Agronome, un milieu où les engrais ont une évolution et un mode d'action particuliers.

Nous sommes donc les spectateurs bien éphémères de toutes ces transformations lentes et complexes de la genèse des sols, résul-

Schéma N° 2. — Type de sol : à carapace calcaire

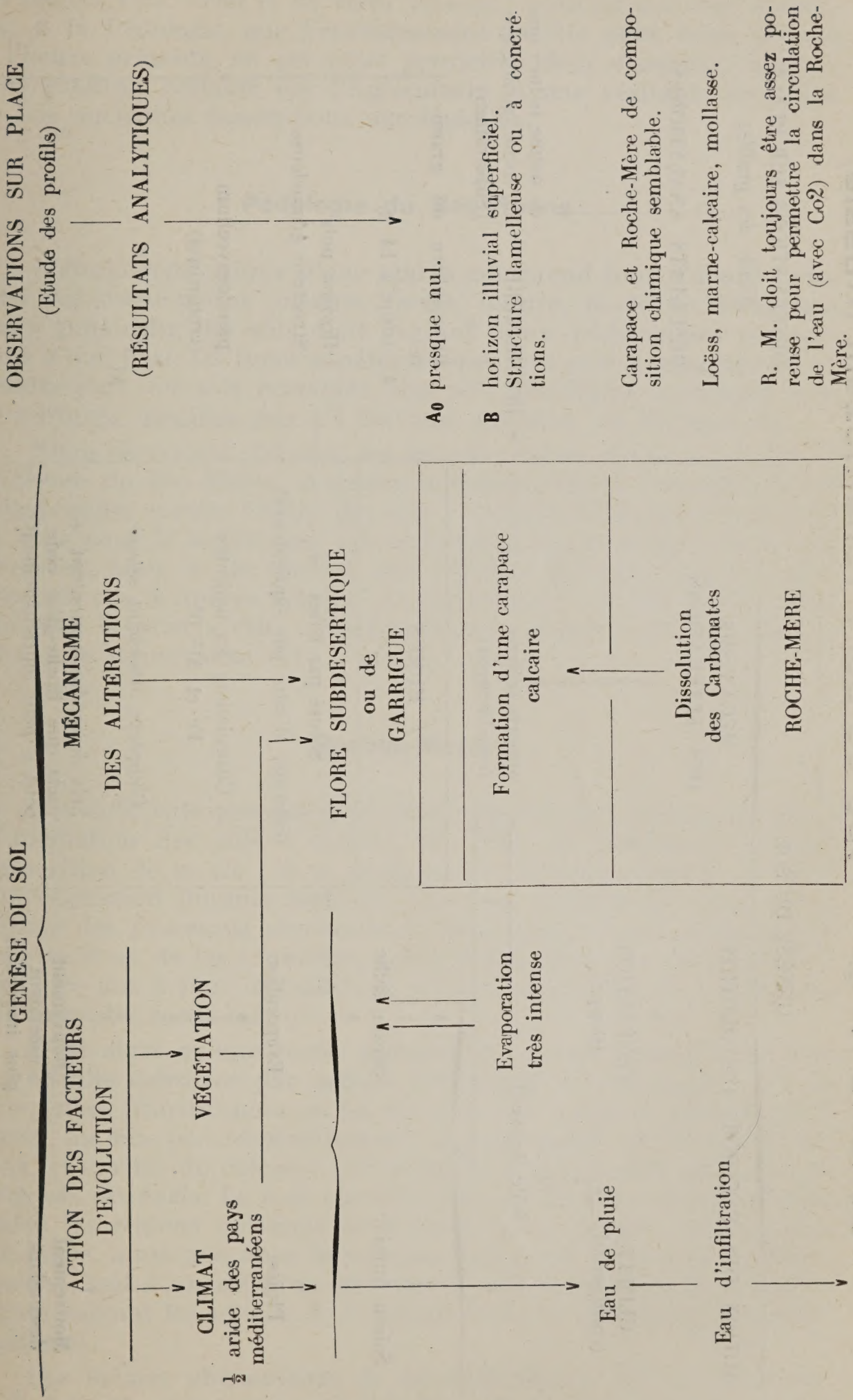
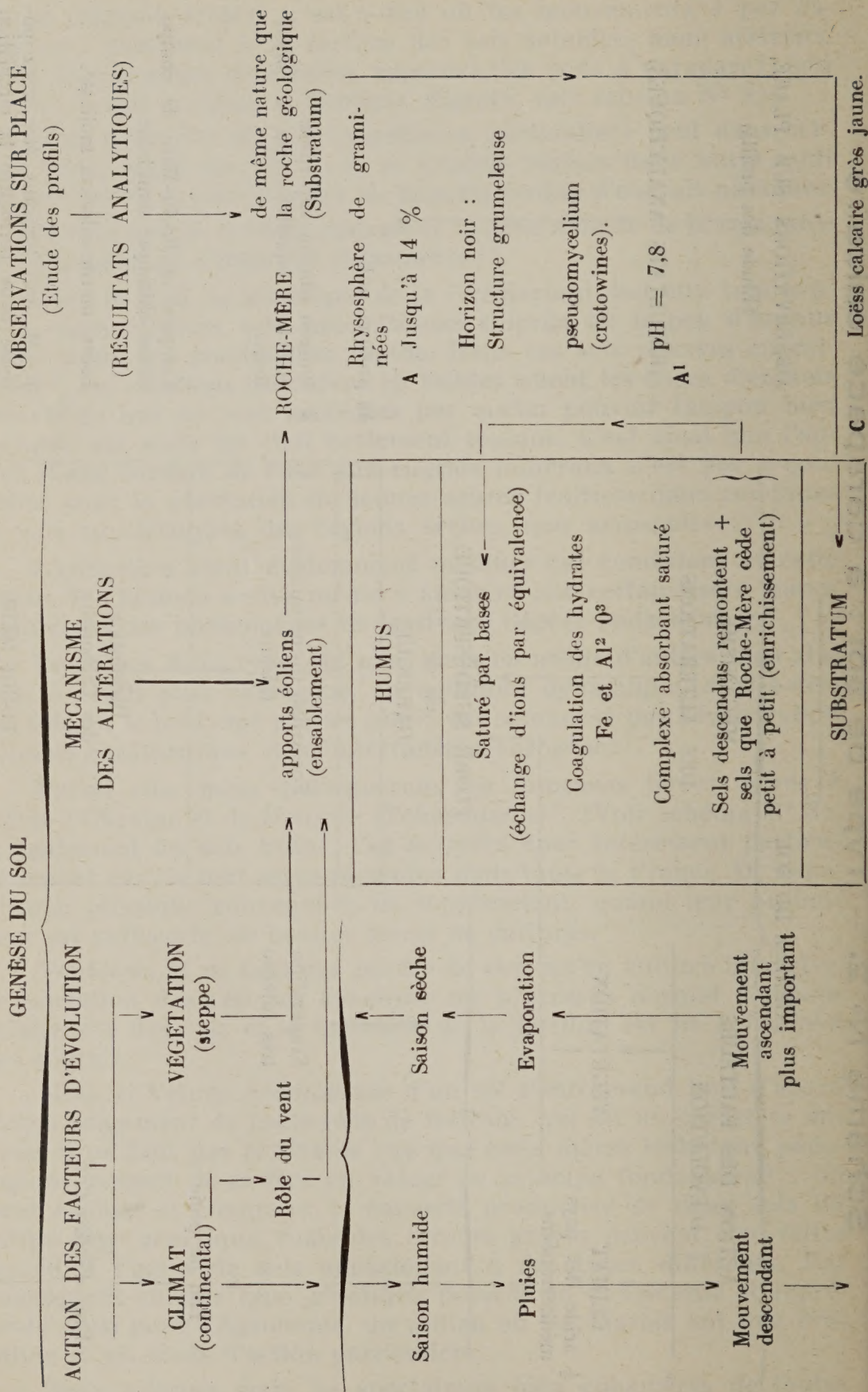


Schéma N° 3. — Type de sol : Tchernozem (Russie)



tant de cette lutte incessante qui s'engage au cours des siècles, entre les roches, l'air, l'eau et les êtres vivants ; nous ne pouvons demander à la Pédologie que l'enseignement qu'elle peut nous donner à l'heure présente, ce qui nous permettra déjà d'assister, dans le sens pratique réclamé par l'Agriculture, à une véritable évolution de nos anciennes conceptions agrologiques.

Pédologie du Bas-Rhône

L'étude pédologique d'une région comprend tout d'abord l'examen des roche-mères (origine, faciès, nature, mode de désagrégation), puis celui des sols dont ils sont issus (pédogénèse) comprenant d'une part, les types génétiques que l'on peut cartographier et, d'autre part, les sols remaniés, (les sols génétiques mélangés, sols de cultures modifiés par les travaux aratoires ou l'irrigation).

Nous décrivons ci-après, les grandes lignes de la pédologie de la région du Bas-Rhône, données indispensables à connaître, pour entreprendre ensuite l'étude des sols à l'échelle d'une propriété rurale. Mais pour le lecteur que ces recherches sur la science du sol intéressent, nous le renverrons aux travaux spéciaux sur ce sujet, effectués ces dernières années (AGAFONOFF (1) ; BLANCK (3) ; BORDAS (4) ; MARCELIN (10) ; HOLLSTEIN (8) ; COMEL (5) ; DEL VILLAR (13) ; de REIFENBERG (11) ; etc...).

Roches-Mères

Les différents processus de désagrégation des roches précèdent la formation des sols ; celle-ci, en effet, ne commence qu'avec l'apparition de la vie ; à ce moment les éléments biologiques dus à la végétation (humus surtout), viennent modifier la nature et le rythme des processus physiques et chimiques de désagrégation. Il importe donc de les connaître, car certains éléments résiduels peuvent être mis à jour, entraînés à quelque distance ; ils constituent une nouvelle roche-mère.

C'est ainsi qu'une *roche calcaire dure* peut donner : ou bien des éboulis calcaires par action mécanique sur les pentes que la pédogénèse transformera en un sol calcaire humifère appelés *rendzines**, ou bien par *décalcification**, *kaolinisation** et *ferrugination** dans les cavités du calcaire, un complexe argileux, mélangé à divers éléments résiduels. Le tout constitue une roche-mère répandue dans toutes les régions calcaires de France (terre rouge) qui donnera naissance, ainsi que nous le verrons, soit à un sol rouge (méditerranéen), soit à un sol brun (forestier), soit à un sol noir (de montagne) suivant les actions de l'altitude et de la végétation [zonalité* verticale].

Ces mêmes phénomènes de décalcification*, de kaolinisation* et de ferrugination* qui sont à la base de la désagrégation des ro-



(Photo de l'auteur).

TYPE DE SOL ROUGE MEDITERRANEEN

Ce sol, dont la couleur rutilante tranche à côté de la blancheur des calcaires du Crétacé qui le supporte, est très répandu dans toute la zone forestière du seuil géologique calcaire qui relie les Cévennes aux Maures à travers toute la Provence.



(Photo de l'auteur).

UNE LAVANDERAIE DANS LES MONTS DE VAUCLUSE

Dans cette même zone calcaire du Bas-Rhône on trouve un second type de sol sur les éboulis des pentes ; ce sont des « rendzines » grises, perméables, un peu humifères et caillouteuses ; elles conviennent bien à la culture de la lavande, cette labiée odorante qui recouvre de son manteau bleu les collines de la Haute-Provence.

ches (voir définition exacte du lexique) peuvent s'observer dans la décomposition des granites*, des gneiss* et des schistes*, (bordure cévenole), et également dans les alluvions à cailloux roulés des terrasses glaciaires ou fluviales. Il y a formation d'une argile résiduelle complexe, véritable roche-mère également appelée « ferretto »* dans le cas des moraines* et « diluvium »* dans celui des alluvions anciennes.

Ce sont ces phénomènes de désagrégation qui s'observent aussi dans la région méditerranéenne, sur les grès calcarifères, sur les sables calcaires, sur les mollasses* et enfin sur les loëss*, limons éoliens des époques inter-glaciaires. Toutefois, il arrive ici que la décalcification et surtout la kaolinisation et la ferrugination, se manifestent avec des degrés d'évolution plus ou moins nets, du fait d'ailleurs de la composition de certaines de ces roches.

On voit donc toute l'importance qui s'attache à l'étude et surtout à la cartographie de ces roches-mères ; l'agriculteur tirera bien plus de profits de la lecture de telles cartes que de celle des cartes géologiques. La géologie en effet, a recours surtout à la stratigraphie* et, grâce à la paléontologie*, elle a pu grouper les divers terrains suivant leur âge respectif. Or, ce qui n'apparaît pas sur les cartes géologiques, au milieu de la complexité des notations et des coloris, ce sont surtout le faciès des roches, leur nature, leurs propriétés, qui intéressent en premier lieu le pédologue et l'agriculteur. Ce qui importe pour nous, c'est de savoir si la roche est un basalte, un granite*, un schiste*, un calcaire dur, un calcaire tendre, un grès, un sable, une mollasse, une marne, une argile, une alluvion à cailloux roulés, un limon, un loëss, etc..., mais nous attacherons beaucoup moins d'importance à savoir si le calcaire par exemple date de l'époque précambrienne* ou de celle du miocène*. Nous passons sous silence la description, l'origine de ces différentes roches-mère communes à toutes les régions de France. Le lecteur voudra bien se reporter aux traités spéciaux de minéralogie et de géologie ainsi qu'aux ouvrages de L. BERTRAND (2) et de L. JOLEAUX et Htte ALIMEN (9).

(Voir également la science des roches de RINNE (12) et consulter enfin les cartes des roches-mères de l'Atlas, pages 106 et suivantes).

Sols. — La nomenclature des sols de la région méditerranéenne, basée sur la classification de l'Association Française pour l'étude du sol, est la suivante :

On distingue pour la région du Bas-Rhône tout d'abord les deux grands groupes : Sols minéraux et sols organiques. Ces derniers, les moins nombreux sont purement d'origine végétale (*phytogéniques** et *microclimatiques*), ce sont les sols noirs de montagne, les sols des anciens marais et des tourbières basses ; les premiers se rencontrent dans la région du Bas-Rhône en altitude, au Ventoux, à l'Aigoual, les deuxièmes, dans les anciens marais des Baux ou de Camargue, ainsi que dans certains paluds (St-Rémy-de-Provence).

Les sols minéraux se divisent en trois grandes séries :

1°) La série des sols à tendance climatique, c'est-à-dire des sols ayant déjà sensiblement évolués, correspondant aux sols zonaux* de l'école russe et aux « Pédalfer* » des américains. Nous y rencontrons les *sols rouges méditerranéens* dont nous allons reparler car, quoique occupant une surface restreinte malgré tout, ils n'en restent pas moins les types de sols les plus caractéristiques de cette région. Puis nous trouverons à une certaine altitude (800 m.) des *sols bruns* du type allemand forestier (Braunerde) à un ou deux horizons. Dans les Causses, soumis déjà au climat océanique, ces sols bruns se rencontrent à 4 ou 500 mètres seulement. Les sols à tendance podzolique* c'est-à-dire, les sols plus ou moins lessivés, sont à peu près inexistants dans la région du Bas-Rhône.

2°) La série des sols peu évolués, encore sous l'influence de la roche-mère sous jacente et correspondant aux sols azonaux* des russes et à la série pédocalcique* des américains.

Cette série comprend tous les sols squelettiques et d'érosion sur marnes, sables et mollasses, les sols rendziniformes* des éboulis et des calcaires friables, les sols bruns calcaires sur marne ou calcaire tendre, et enfin les sols jeunes des limons fluviatiles quaternaires. Cette simple énumération montre notamment si on se reporte sur les cartes des sols, page 106 et des roches-mères, l'étendue considérable qu'occupe dans la région du Bas-Rhône, comme dans toute la zone méditerranéenne d'ailleurs, l'ensemble des types de sols de cette série.

3°) La série des sols ayant subi l'influence de facteurs spéciaux locaux (sols intrazonaux) comme les sols salins (solonschak)*, a peu près uniquement cantonnés sur le littoral du Bas-Languedoc et en Camargue.

Les sols rouges méditerranéens. — Ces sols ont fait l'objet de nombreuses études quant à leur genèse (voir bibliographie) tant en France qu'à l'Etranger. L'association française pour l'étude du sol admet la classification suivante :

O1. — Les sols rouges issus des « Terres Rouges » des calcaires durs.

O2. — Les sols rouges sur formations diverses, notamment sur grès et mollasses* calcaires.

O3. — Les sols rouges issus du « Diluvium »* des terrasses fluviatiles.

O4. — Les sols rouges loëssiques* (lehm)*.

Tous ces sols sont décalcifiés* et fortement colorés en rouge (rubéfaction). Etant donné le rôle particulier qu'ils jouent dans l'agriculture méridionale, nous résumons ci-après, les grandes lignes de leur genèse.

A) Cas du calcaire compact.

Le domaine du calcaire (karstique) est le lieu d'élection de la décomposition de cette roche et comme conséquence celui de l'accu-

mulation de sa partie insoluble qui s'est ainsi formée dans les cavités du calcaire, sous un micro-climat humide (phénomènes qui a lieu sous toutes les latitudes). Il s'agit d'ailleurs d'un complexe argileux. C'est la « Terra Rossa » des géologues. Elle se trouve de plus mélangée, la plupart du temps à des éléments résiduels (détritiques) étrangers au calcaire (grès, loëss, éléments ferrugineux et siliceux, etc...) et qui l'ont recouvert à différentes époques géologiques. MARCELIN (9) résume cet ensemble par l'équation suivante :

« Terres rouges » = Complexe détritique D + complexe argileux* (Terra Rossa).

Cette formation d'origine colluviale* est géologique et continentale ; sans structure et sans humus, elle constitue une véritable roche-mère qui évoluera, une fois en place, soit vers des sols rouges méditerranéens, soit vers des sols bruns (à partir de 800 m.), soit vers des sols noirs (à partir de 1.200 m.). Dans ce dernier cas, il s'agit de sols végétaux et climatiques et la roche-mère sous jacente ne joue guère que le rôle de substratum. En effet, nous trouvons ces sols noirs sur « Terres Rouges » des calcaires durs, au Ventoux et sur granit ou basalte dans les Cévennes ; on passe ainsi insensiblement au sol « d'humus alpin ».

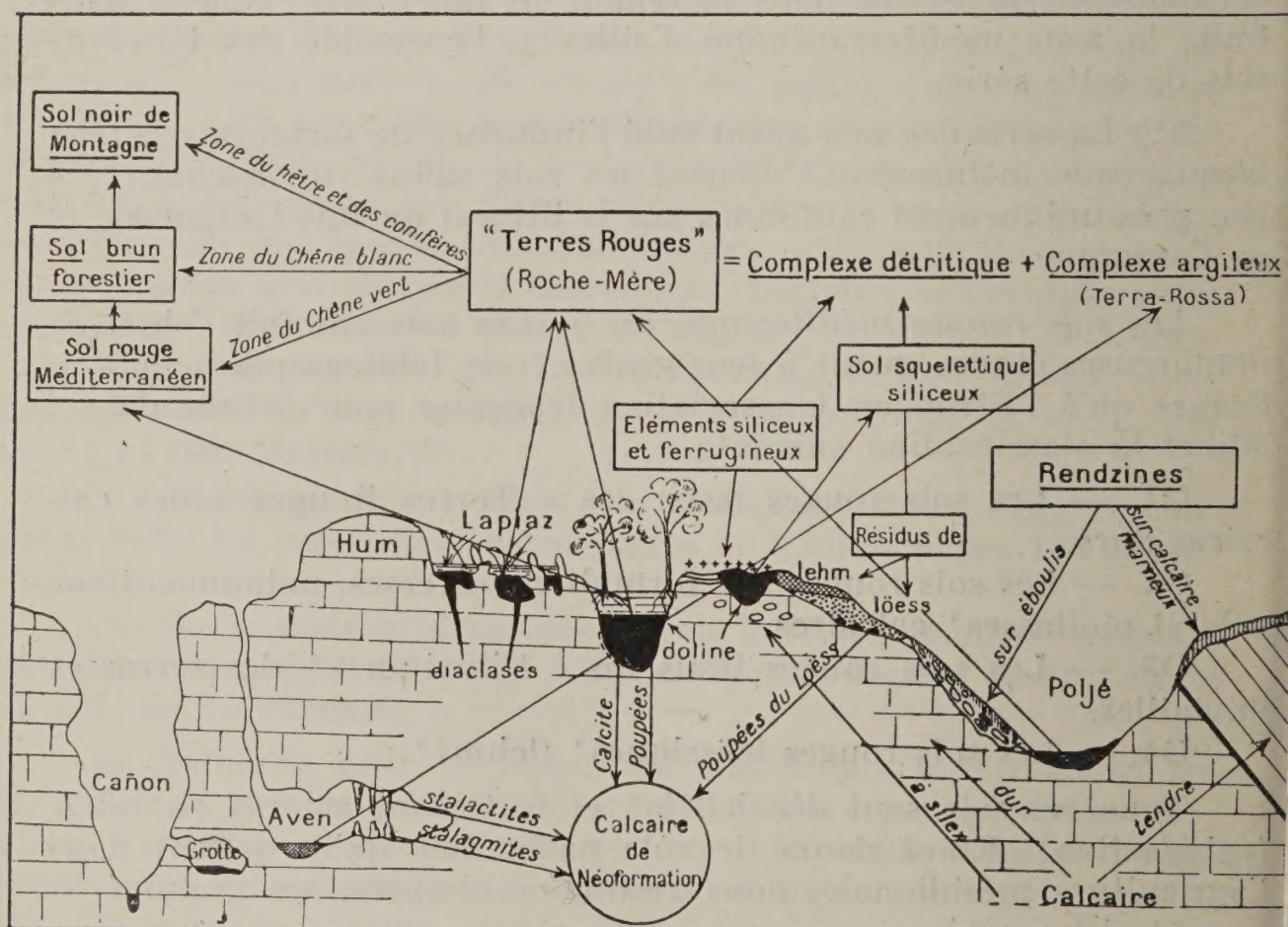


SCHÉMA DES PHÉNOMÈNES DU CALCAIRE

B) Cas des alluvions à cailloux roulés.

Le micro-climat humide des cavités du calcaire trouve son équivalent dans ce climat du sol (pédoclimat) de la zone des roches silicatées des alluvions fluviales anciennes située à cette époque, à la limite du balancement des nappes phréatiques* où se produiraient alors les mêmes altérations. C'est par ce dynamisme interne que se forment le « diluvium »* des terrasses et le « ferretto »* des moraines glaciaires, roches-mères engendrant par la suite, les sols rouges sur alluvions fluvio-glaciaires ou fluviales. L'examen des cartes des sols (1) montre que ces derniers sols occupent, dans la basse vallée du Rhône, une place assez importante, parmi les sols rouges méditerranéens.

Leur étude incite à faire un rapprochement avec ceux issus des « Terres Rouges » des calcaires durs. Les conditions climatiques actuelles, certains facteurs de dynamisme externe (apports par le vent), la végétation enfin, semble agir de la même façon dans les deux cas, avec tendance à la formation d'un type génétique qui serait alors vraiment zonal (climatique) et méditerranéen.

C) Cas du loëss*.

La formation des sols rouges loëssiques (lehm) est connue (8). Il s'agit du phénomène classique de la décalcification, mais il prend ici moins d'ampleur que dans l'est et le nord de la France. Par contre la coloration en rouge (rubéfaction) restera visible, en surface, par suite du manque d'humus. Il en sera de même dans les sols rouges sur grès et sur mollasse sableuse. Les sols rouges loëssiques sont surtout répandus sur la rive droite du Rhône.

D) Sols divers.

Nous n'avons pas à insister sur les sols squelettiques divers (sur grès, mollasse, marne) sinon pour signaler qu'ils sont très nombreux dans les zones où le relief est tant soit peu accentué.

Les sols rendziniformes sur éboulis sont très peu évolués dans le Midi ; ce sont des sols squelettiques encore ; ils sont très répandus dans le Nyonsais et le Diois, tandis que les mêmes sols sur calcaire marneux se trouvent surtout dans le Bas-Vivarais où l'on rencontrera également des sols bruns calcaires (pas évolués) sur calcaire tendre.

Les sols gris, jeunes, des vallées (terre calcaires limoneuses), sont très répandus dans la plaine du Comtat, dans la basse vallée de la Durance, dans le Bas-Languedoc et la Camargue. Ce seront nos meilleures terres de culture. Grâce à la spécialisation, grâce à l'irrigation, grâce à la fertilisation à haute dose, on obtiendra des récoltes abondantes et rémunératrices. Enfin sur la bordure littorale, on trouvera le type salin (Camargue notamment).

(1) Voir l'Atlas, page 106.

Dans la deuxième partie de cet exposé nous donnerons tout le détail de ces vocations culturales en partant des différents types de sols que nous venons de décrire très succinctement, d'ailleurs.

Les principales caractéristiques et propriétés des sols de la région du Bas-Rhône

Les sols rouges méditerranéens, sur « Terres Rouges » des calcaires compacts et sur terrasses fluviales présentent un horizon superficiel humifère de 3 à 4 cm. à peine. Le sol proprement dit, atteint au maximum 40 cm d'épaisseur, y compris la plupart du temps la zone argileuse du sous-sol qui constitue ainsi que nous l'avons vu, la roche-mère : « Terre Rouge » ou « diluvium ». Le substratum calcaire dur ou le cailloutis souvent aggloméré en poudingue, est donc à moins de cinquante centimètres de profondeur. Ces faits s'observent parfaitement, pour le premier cas, sur le plateau de St-Christol et pour le deuxième, dans la Crau et sur toutes les terrasses rhôdaniennes ; l'Agriculteur aura à en tenir compte pour l'aménagement de son domaine (défoncements).

Les sols rouges sur « Terres Rouges » appartiennent généralement au type argileux (45 % d'argile) tandis que les sols rouges sur terrasses se rangent en majorité dans les types, limono-sableux et sablo-argileux.

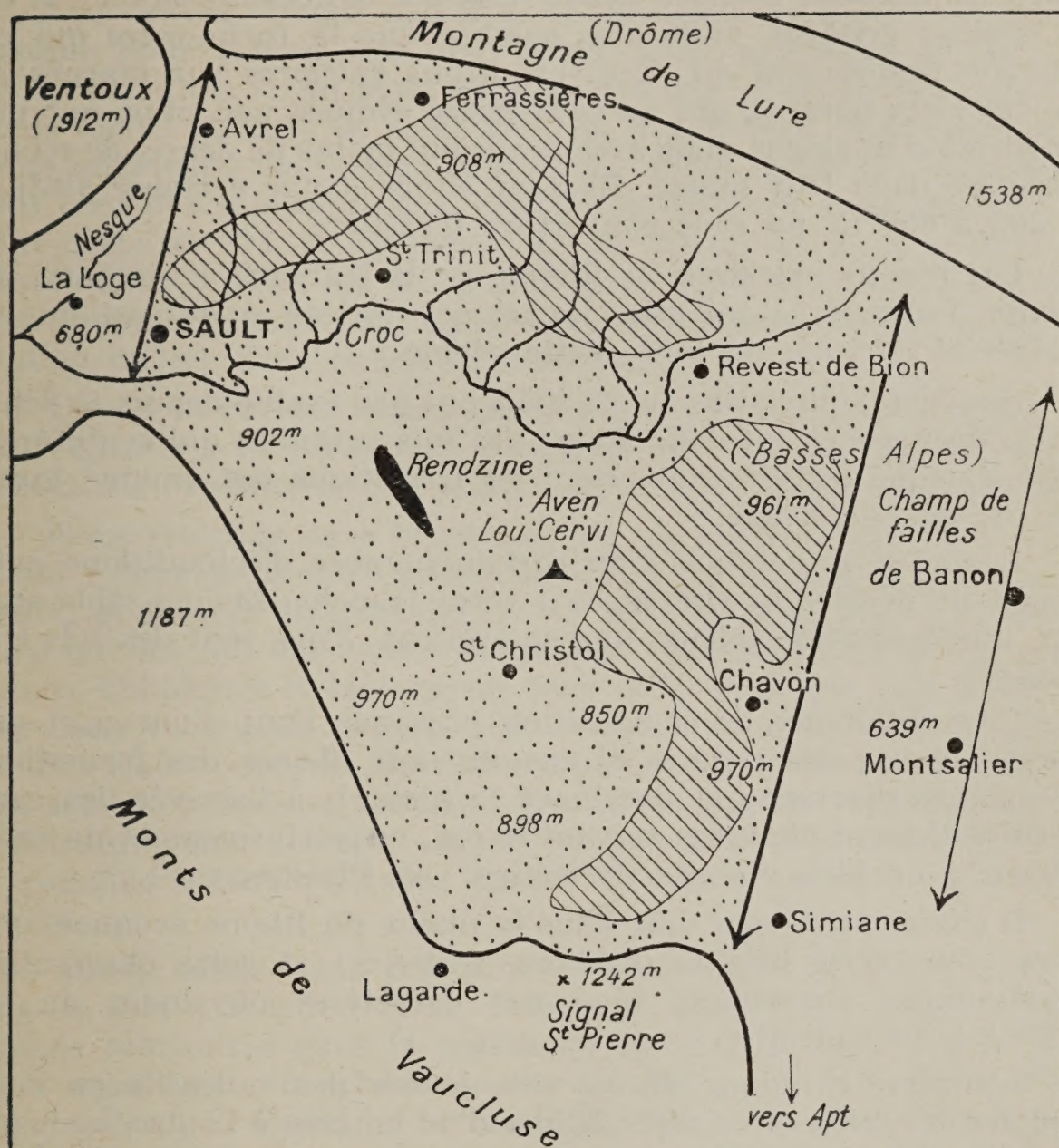
Les premiers souffrent moins relativement de la sécheresse que les seconds.

Les dépôts éoliens ou parfois de ruissellement, éléments de constitution de ces sols rouges, ont pour conséquence de donner une quantité de terre fine qui va en décroissant avec la profondeur et cela souvent dans la proportion du simple au double.

Les sols rouges loessiques ainsi d'ailleurs que les sols rouges sur mollasses et sur grès — mais ces derniers sont plus rares — ont également peu d'épaisseur ; ils sont du type sablo-argileux. Mais la roche-mère sous-jacente est meuble et perméable, ce qui modifie leurs propriétés agronomiques. D'autre part, l'érosion les attaque en bien des endroits, tronquant les profils et mettant la roche-mère à nu. Tous ces sols rouges méditerranéens sont décalcifiés mais ont encore une réaction alcaline. On rencontre parfois en Crau, là où l'épaisseur est très réduite, des sols dont le pH est légèrement inférieur à 7. (Voir le tableau ci-après page 102).

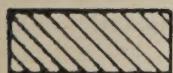
Les nombreux sols squelettiques qui existent dans la région du Bas-Rhône, soumis aux effets de l'érosion, ont vite fait de se confondre avec la roche-mère meuble sous jacente, sables, mollasses, marnes. Ils sont généralement constitués d'éléments fins et sont encore nettement calcaires.

Parmi ces sols squelettiques se trouvent les rendzines sur éboulis calcaires caractérisées par un horizon superficiel humifère de 4

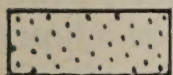


Le plateau de St Christol

(Echelle : 1/200.000)



Zone des "Terres Blanches" (région boisée.)



Zone des "Terres Rouges"

à 5 cm., suivi d'une zone de 10 à 25 cm., riche en matières organiques, constituant le sol et qui est mélangé, jusqu'à sa surface, de débris de la roche calcaire ayant résisté à la décomposition ; il est de couleur grisâtre, mais plus sombre que la roche-mère qui est l'éboulis proprement dit. Les sols bruns calcaires sur marnes ou sur calcaires tendres, qui ne sont guère évolués non plus, ont une constitution analogue mais avec beaucoup moins de débris de roches calcaires, dans leur masse. Ils sont situés à une certaine altitude de 300 à 800 m. ou sous couverture forestière.

Les limons calcaires du Rhône, de la Durance et de leurs affluents, forment ce sol gris, jeune, des vallées, à qui est due la prospérité agricole de toute cette région.

Ces dépôts fluviatiles assez épais ont peu évolué depuis le début du Quaternaire et ont donc donné des sols juvéniles qui se différencient à peine de la roche-mère ; les irrigations ont amorcé toutefois un léger lessivage.

L'analyse mécanique d'un certain nombre d'échantillons nous permet de déceler quatre types : terre franche, limono-sablo-argileux, limono-argilo-sableux, limono-argileux. Tous sont des sols très calcaires.

Cette différence de composition physique tient d'une part aux divers apports des rivières et ensuite (aux abords des formations géologiques diverses qui dominent la plaine), à l'arrivée des eaux de ruissellement chargées suivant le cas, ou exclusivement de sable (Astien*) ou bien d'argile (Helvétien* ou Plaisancien*).

D'ailleurs les lieux dits, dans la plaine du Rhône évoquent par leurs noms cette origine (sablière, tuileries) et cette observation toponymique, correspond bien aux caractères physiques du sol prélevé à ces endroits.

L'analyse chimique de ces sols jeunes des vallées a pu nous montrer des différences assez faibles d'un horizon à l'autre, mais qui permettent tout de même de mettre en évidence un début de faible lessivage.

En effet, si on considère une base qui n'est pas apportée par les engrais, la magnésie, on constate une richesse croissante avec la profondeur. Cette action ne se fait pas sentir, ni sur la chaux, ni sur la potasse, soit qu'elle n'intervienne pas, soit qu'elle soit compensée par les apports de chaux et de potasse des engrais ou par la transformation des réserves du sol.

Aucune décalcification n'apparaît donc dans ces sols, prouvant ainsi leur forme juvénile. La présence de carbonate de chaux est assez considérable dans ces alluvions. En général, celles du Rhône et en amont d'Avignon sont un peu moins riches (de 20 à 35 %) que celles de la Durance qui dépassent souvent une teneur de 40 %, tandis que les paluds de la plaine du Comtat-Venaissin sont encore plus calcaires ; dans certains tènements on trouve des teneurs dépassant 85 % de carbonate de chaux ; ce fait a déjà été signalé jadis par de GASPARIN qui a analysé un sol du Thor (Vaucluse)

contenant 92,5 % de calcaire (1). Ce carbonate de chaux n'est d'ailleurs heureusement pas sous une forme très active (Dosage du calcaire actif par la méthode DROUINEAU. Voir 2^{me} partie Chapitre I).

Ces mêmes limons calcaires se chargent de chlorures en Camargue pour former des sols salins. Cette remontée du sel crée les « sansouïres ». Au point de vue physique ce sont des limons sableux (de 65 et 70 % de sable fin). En profondeur, la proportion de sable augmente légèrement et celle du limon diminue d'autant. Ce sont bien des sols minéraux (0,8 % de matières organiques) ; ils sont calcaires (35 % de carbonate de chaux) et la proportion de sels solubles à l'eau est de 29 à 30 pour 1.000 et celle du chlorure de sodium de 16 à 28 pour 1.000. On constate parfois une légère migration du fer dans la partie supérieure.

Quand la matière organique d'un sol dépasse une certaine teneur, entre 8 à 10 % on s'aperçoit nettement du rôle important que jouent ses produits de décomposition ; les colloïdes humiques.

Nous rentrons dans le groupe des sols organiques dûs surtout, quant à leur genèse, à l'action des végétaux (Mousses, lichens, roseaux, graminées diverses, etc...). Ce sont les sols noirs des marais ainsi que les sols des hautes montagnes. Ils ont des propriétés physiques, chimiques et biologiques bien différentes des sols minéraux que nous venons de décrire. Ils sont peu répandus dans la région du Bas-Rhône (marais des Baux ; paluds de St-Rémy et de Fos). Ces sols de paluds et certaines tourbières basses, reposant sur un substratum très calcaire (dépôts impalpables des fonds d'étangs et couches à limnées), sont encore bien pourvus en carbonate de chaux.

Ainsi, même dans ces anciens marécages, nous ne trouvons pas de sols à réaction acide. D'ailleurs, nous n'en avons presque jamais rencontrés dans la région du Bas-Rhône sauf dans la bordure granitique ou schisteuse des Cévennes et en Crau (certains sols rouges, peu épais, des terrasses fluviales), comme nous venons de le signaler.

(1) Recueil et mémoires sur l'Agriculture. Livre II, p. 200.

**LES pH (1) DES SOLS DECALCIFIES
DE LA REGION DU BAS-RHONE** ($\text{CO}_3\text{Ca} = 0$)

(pH < 7 = réaction acide ; pH = 7 neutralité ;
pH > 7 = réaction alcaline)

DÉPARTEMENTS	pH
Vaucluse :	
Sol rouge sur « Terres Rouges » près de Sault.....	7.6
« Terres Rouges » (Roche-mère du sol précédent) près de Sault.....	7.8
Sol rouge sur « Terres Rouges » à Sault.....	7.5
Sol rouge sur « Terres Rouges » St-Jean de Sault.....	7.4
Sol squelettique siliceux à Sault	7.2
Sol noir de montagne (altitude 1500 m.) — Ventoux	7.4
Sol rouge sur terrasses fluviales, à Mallemort-du-Comtat...	7.3
Gard :	
Sol rouge sur loëss* à Roquemaure	7.5
Sol rouge sur « Terres Rouges » à Rochefort.....	7.4
« Terres Rouges » (argile résiduelle des grès du Lias) près d'Alès	7.8
Sol rouge sur grès du Vraconien*, à Pouzillac.....	7.6
Sol rouge sur alluvions fluviales, terrasse de 100 m. à Saze.	7.2
Bouches-du-Rhône :	
« Terres Rouges » (argile résiduelle bauxitique). Massif des Baux	7.2
Sol rouge sur terrasses fluviales. — Crau orientale	7.3
Sol rouge sur terrasses fluviales. — Crau occidentale.....	6.5
Sol rouge sur « Terres Rouges » (Jurassique dolomitique), près de Rians	7.4
Drôme (échantillons pris au nord du défilé de Donzère) :	
Sol rouge sur « Terres Rouges » à St-Jean en Royan.....	7.6
Sol rouge sur loëss*, près Valence (Maninet)	6.8
Sol rouge (colluvial) des « Terres Rouges », près Crest.....	6.0
Sol rouge sur terrasses fluviales, à Chanos-Curson (Les Chassis)	6.2

N.-B. — On remarquera, dans la zone méditerranéenne au sud du défilé de Donzère, que les sols décalcifiés (carbonate de chaux=0) ont encore une réaction alcaline, exception faite pour certains sols de la Crau occidentale, de très faible épaisseur et plus rapidement lessivés.

(1) Voir la définition du pH : 2^{me} partie, chapitre 1, page 142.

Au contraire, les mêmes types de sols situés dans la Drôme au nord de Donzère, donc en dehors du climat méditerranéen, sont presque tous à réaction acide.

*
**

Si nous voulons, à la fin de ce rapide périple, dégager quelque enseignement de cette étude pédologique*, il nous faut tenir compte, dans bien des profils que l'on examinera, de l'influence de l'Homme.

En effet, l'antique civilisation méditerranéenne a été une des causes du déséquilibre entre les vocations forestières, agricoles et pastorales (*silva-ager-saltus*).

L'extension au cours des siècles des terrains de pacage et des lieux de dépaissance (*saltus*), soit aux dépens des forêts (*silva*), soit même aux dépens des cultures (*ager*) a toujours été en progression, car elle a été liée aux conditions économiques et sociales qui lui furent défavorables.

Or, ce « *Saltus* » est essentiellement constitué de formations régressives issues de la forêt (1) tant au point de vue géo-botanique* que pédologique*.

Il faut trouver là, une cause non négligeable de destruction de nos sols méditerranéens, déjà peu favorisés, dans leur genèse, par les conditions climatiques et surtout topographiques.

(1) Nous aurons l'occasion de revenir sur cette importante question dans la 2^{me} partie de cet ouvrage (chapitre II — 2^{me} cause de l'érosion des sols et chapitre VII, l'aménagement de la garrigue).

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre VI :

1. — AGAFONOFF. — *Les sols de France au point de vue pédologique*. Ann. Agr. 1933. T. III p. 587. Ann. Agr. 1935. T. 5, p. 165 et 335.
2. — L. BERTRAND. — *Histoire géologique du sol français*. Tome I : les matériaux et les types structuraux du sous-sol.
[Voir les 2 chapitres sur ces roches-mères : A/ Les roches sédimentaires et C/ Les roches d'origine interne]. 1 vol. 363 p. 74 fig. FLAMMARION, édit., Paris 1945.
3. — E. BLANCK. — *Handbuch der bodenlehre*. Vol. III, p. 194 à 257. S. SPRINGER, édit. Berlin, 1932.
4. — J. BORDAS avec la collaboration de G. MATHIEU. — *Les sols de la région du Bas-Rhône*. — Collection des Monographies publiées par le Ministère de l'Agriculture. Imprimerie Nationale, Paris 1943.
- 4 bis. — J. BORDAS. — *Etat actuel et orientation de la pédologie en France*, publication spéciale de l'Ass. Franç. pour l'Etude du Sol. Avignon, 17 mars 1944. Imprimerie Martin-Mourre.
[Dans ce fascicule, l'auteur fait une mise au point de l'état actuel de la pédologie. Il tient compte dans son exposé, des opinions émises à la réunion du 29 mai 1943, de Montpellier (Section du Midi de l'A.F.E.S.) par certains de ses collègues : AUBERT, BOISCHOT, BRAUN-BLANQUET, DROUINEAU, KUHNHOLTZ-LORDAT, MARCELIN, SAGUI].
5. — A. COMEL. — *Etude sur les sols siciliens, en particulier sur la Terra Rossa*. — Bul. Soc. Géol. italienne. Vol. I. Rome, 1931.
- 5 bis. — A. COMEL. — *La Terra Rossa du Carso est-elle un véritable sol climatique ? Recherches sur le sol*. — Bul. Int. Sc. du Sol. Vol. II N° 4, p. 277/287.
- 5 ter. — A. COMEL. — *La Terra Rossa de Rhodes*. — Bul. Soc. Géolog. Ital. 52 - 1933, p. 346.
6. — A. DEMOLON. — *La Dynamique du Sol*. — Auteur déjà cité première partie. Chapitre 1 et 2).
7. — ERHART. — *Traité de Pédologie*. — T. I, 1935. Institut de Pédologie. Strasbourg.

8. -- HOLLSTEIN. — *Contribution à la science du sol des pays méditerranéens*. — Ass. Intern. Sc. du Sol. Recherches sur les sols, 1938. N° 2.

9. — L. JOLEAUD et Htte ALIMEN. — *Les temps préhistoriques* : (Première partie : Géologie des temps quaternaires). 1 vol. 238 p., 17 fig. FLAMMARION, Edit., Paris 1945.

Voir principalement les chapitres suivants, pp. 33/143 :

III. — Les milieux glaciaires.

IV. — Les milieux fluviaux.

V. — Les loëss.

VI. — Les milieux marins quaternaires.

10. — MARCELIN. — *Terres et sols rouges des régions calcaires du Gard et du Vaucluse*. — Bul. Soc. d'Etudes des Sc. Natur. de Vaucluse 1941 et 1942.

13 bis. — MARCELIN. — *Essai de classification des formations rouges du Gard et des régions limitrophes*. — Bull. Ass. Franç. pour Etude du Sol. T. II. N° 2, 1936, p. 97.

11. — A. REINFERCER. — *La formation des sols de la région méditerranéenne*. — Transact. of the III^e Inter. Congrès of soil science. Oxford 1935, vol. I, p. 303/310.

12. — RINNE. — *La science des roches*. — 3^{me} Edition Française par Léon BERTRAND, 1929, Paris. LAMARRE, Edit.

13. -- DEL VILLAR. — *Les sols méditerranéens étudiés en Espagne*. — Madrid 1930.

ATLAS DE GEOGRAPHIE AGRONOMIQUE

des cinq départements du Bas-Rhône

Nous présentons, en fin de cette première partie, un atlas de géographie agronomique des cinq départements où se trouvent les « pays » du Bas-Rhône (1) : Drôme, Ardèche, Gard, Vaucluse et Bouches-du-Rhône.

A côté de la carte des *roches-mères*, complétée par celle des *sols*, figurent la *carte climatique* (précipitations annuelles, isothermes d'été et d'hiver, puis indication des méso et micro-climats), la *carte botanique* (d'après l'atlas de GAUSSEN, publié par le Comité National de Géographie) et la *carte agronomique*, proprement dite, c'est-à-dire l'adaptation des cultures au milieu (sol, climat, morphologie) avec la mise en évidence des différents crus.

Ces cartes, vu leur échelle, n'aspirent pas à une figuration rigoureusement exacte de la répartition des pluies, de la flore, des roches-mères et des sols, mais, malgré les inexactitudes de détails, inévitables, elles permettent de donner une vue d'ensemble de ce monde minéral et de ce monde végétal étroitement associés ; elles représentent une synthèse qui méritait d'être tentée.

(1) Voir également le bulletin de la Sté d'Etude des Sciences Naturelles de Vaucluse 1943.

CARTE CLIMATIQUE

	moins de 500 ^{mm} /m
	de 500 à 700 ^{mm} /m
	de 700 à 800 ^{mm} /m
	de 800 à 1000 ^{mm} /m
	de 1 ^m à 1 ^m 20
	plus de 1 ^m 20

(Précipitations annuelles)

CARTE DES ROCHES-MÈRES

	Arènes de roches éruptives (granite)
	Arènes de roches volcaniques (basalte)
	Arènes de roches cristallophylliennes (gneiss - micaschistes)
	Calcaires durs ("Terres rouges")
	Calcaires tendres
	Marnes - argiles
	schistes-phyllades
	Sables - grès - molasse sableuse
	Alluvions à cailloux roulés ("Diluvium")
	Limons fluviaux
	Limon éolien (loëss)

CARTE BOTANIQUE

	Epicéa
- PHYLUMS GÉNÉRAUX - Etages du:	
	Sapin
	Hêtre
	Pin Sylvestre
	Pin d'Alep
	Chêne-vert
	Chêne-blanc
	Peuplier
	Saule
	Aulne
	Végétation des dunes et sols salins
	Châtaigniers
	Pin Laricio

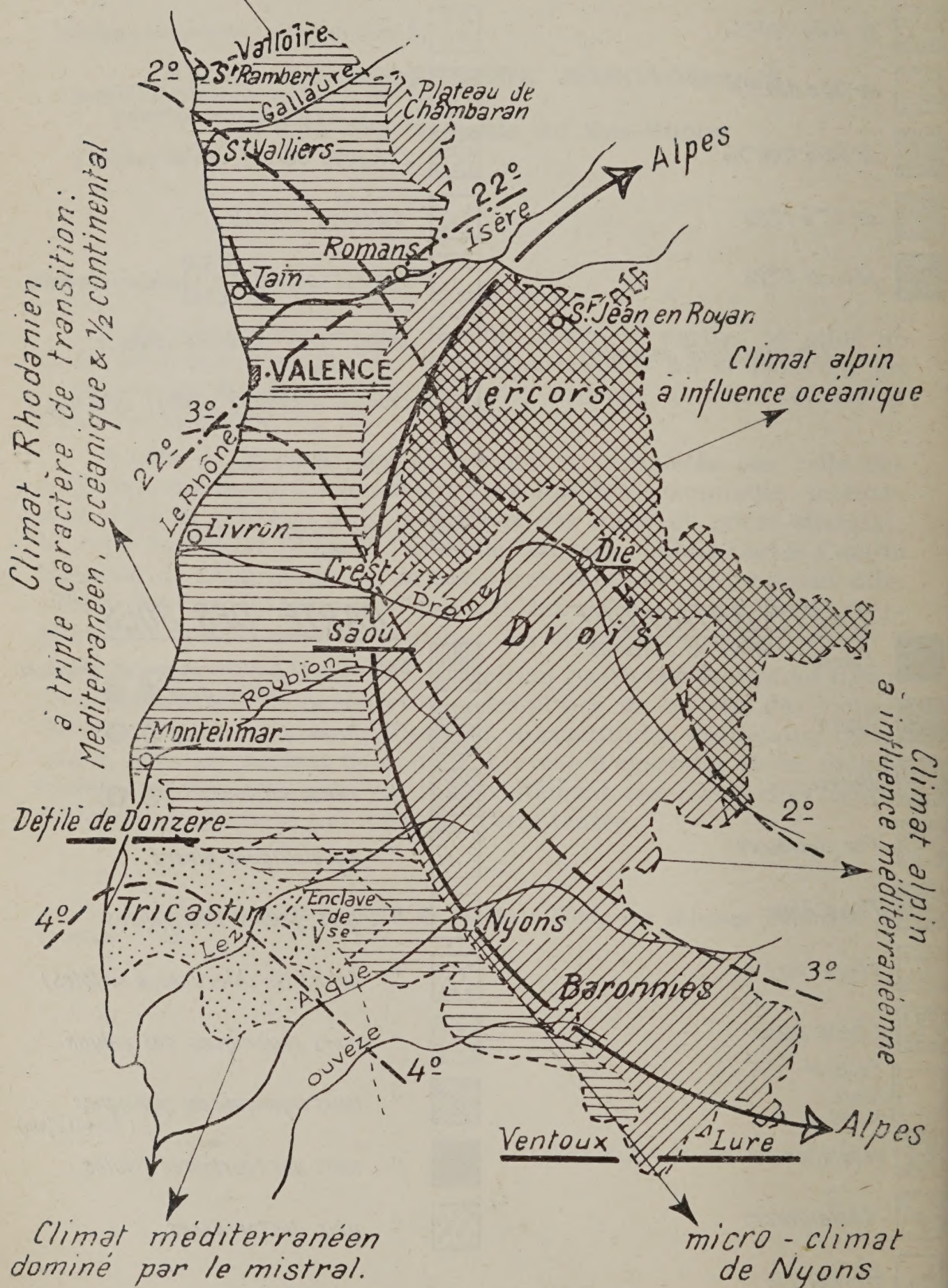
CARTE DES SOLS

	Sols rouges sur (terres rouges, diluvium, loëss, grès)
	" bruns (forestiers)
	" rendziniiformes
	" squelettiques divers
	" gris, jeunes des vallées
	" Salins (à chlorures, à sulfates)
	" noirs organiques des paluds
	" noirs organiques des montagnes (humus alpin)
	" noirs des tourbières hautes
	" gris des terrasses

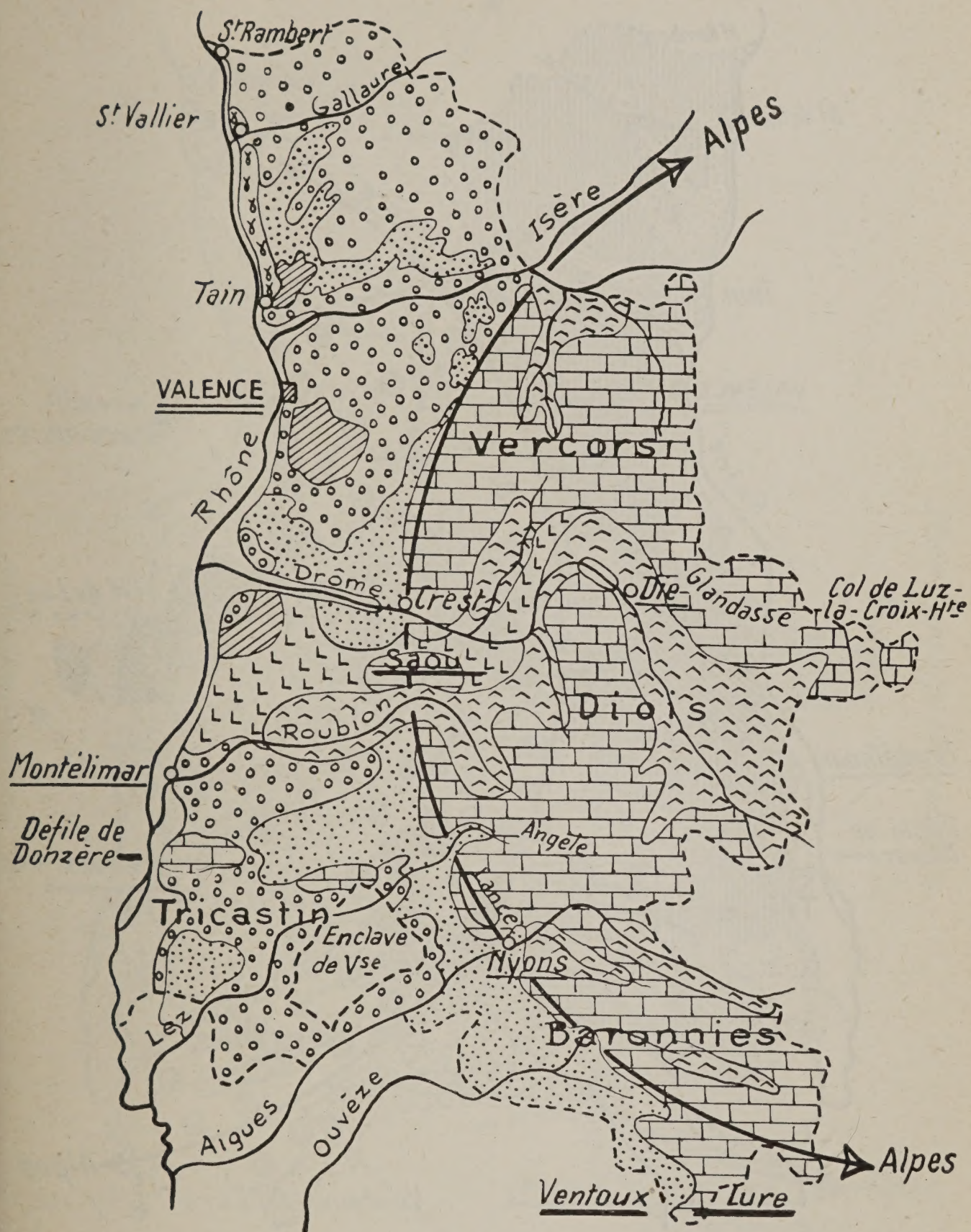
Légende

Climat rhodanien
à influence $\frac{1}{2}$ continentale

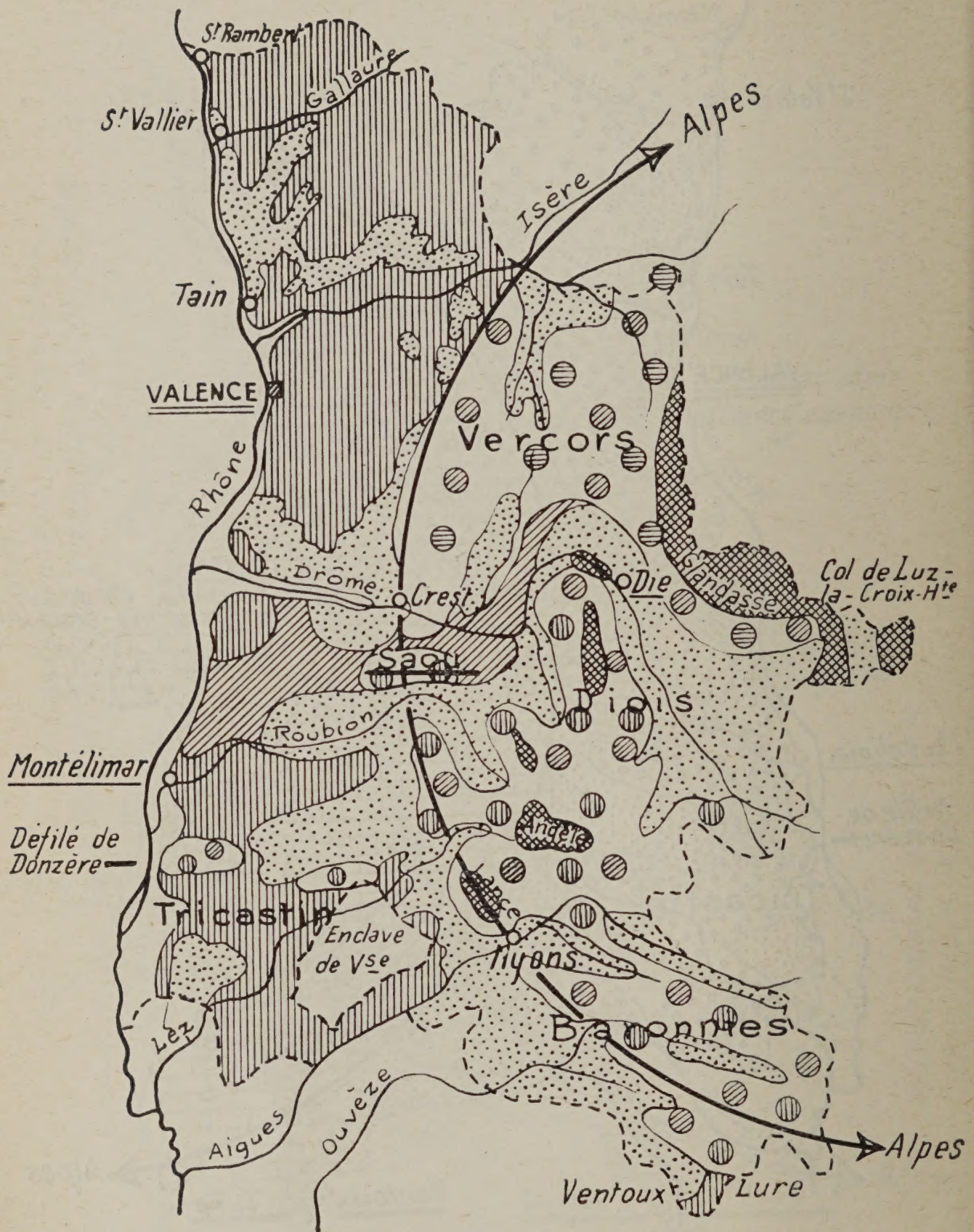
Températures
Isothermes d'hiver ----
Isothermes d'été - - - - -



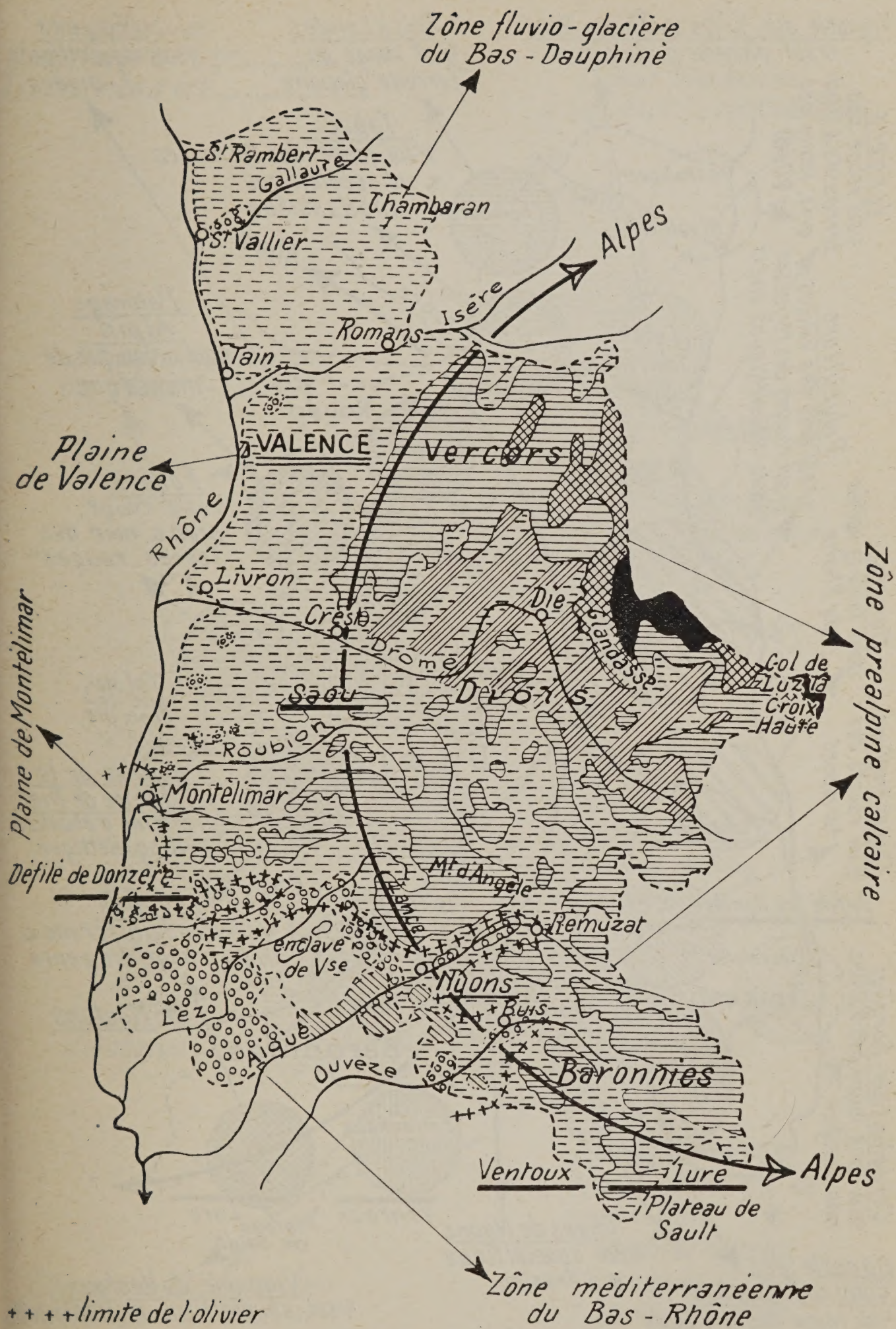
DRÔME. — Carte climatique



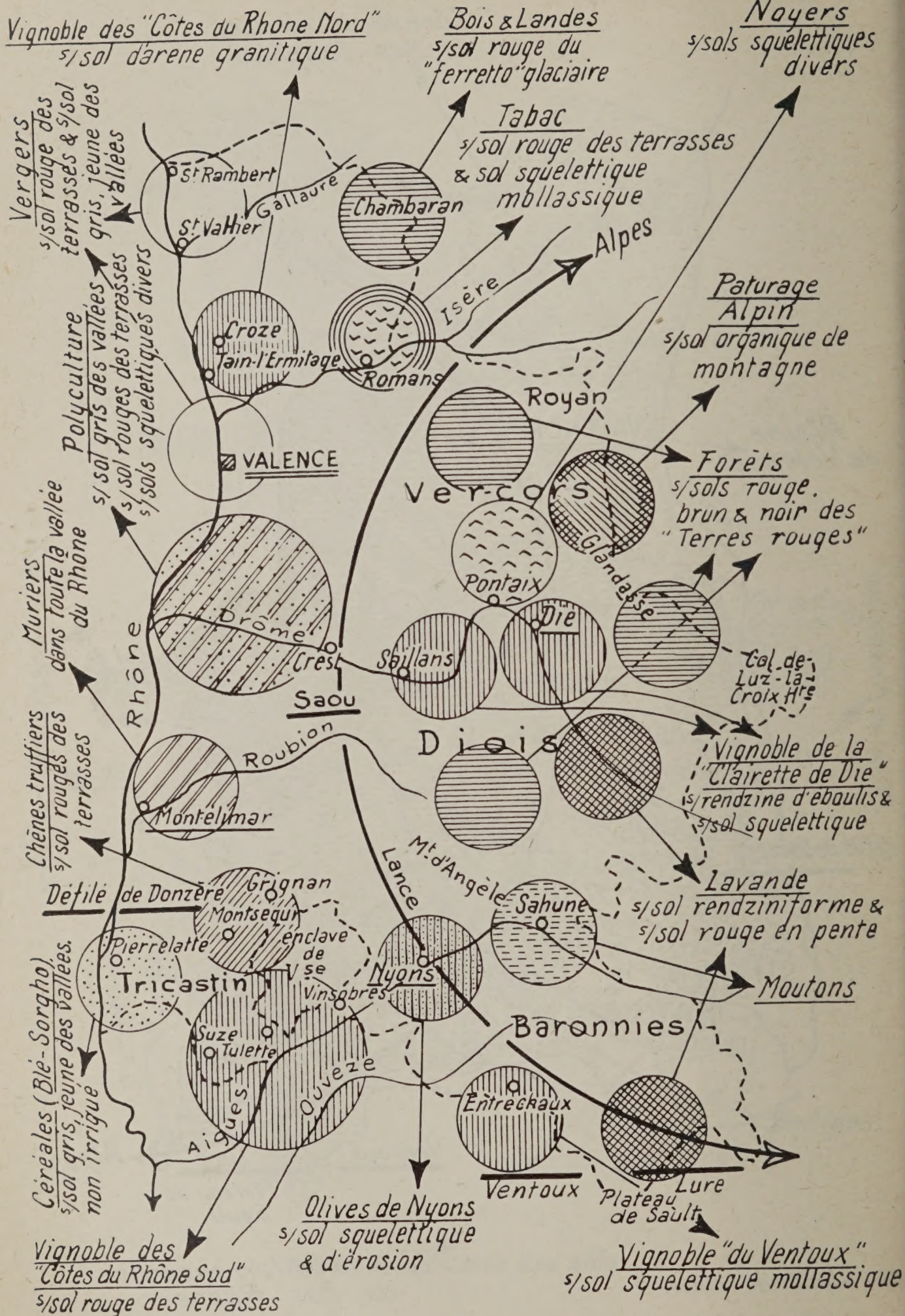
DROME. — Carte des roches-mères



DRÔME. — Carte des sols



DROME. — Carte botanique

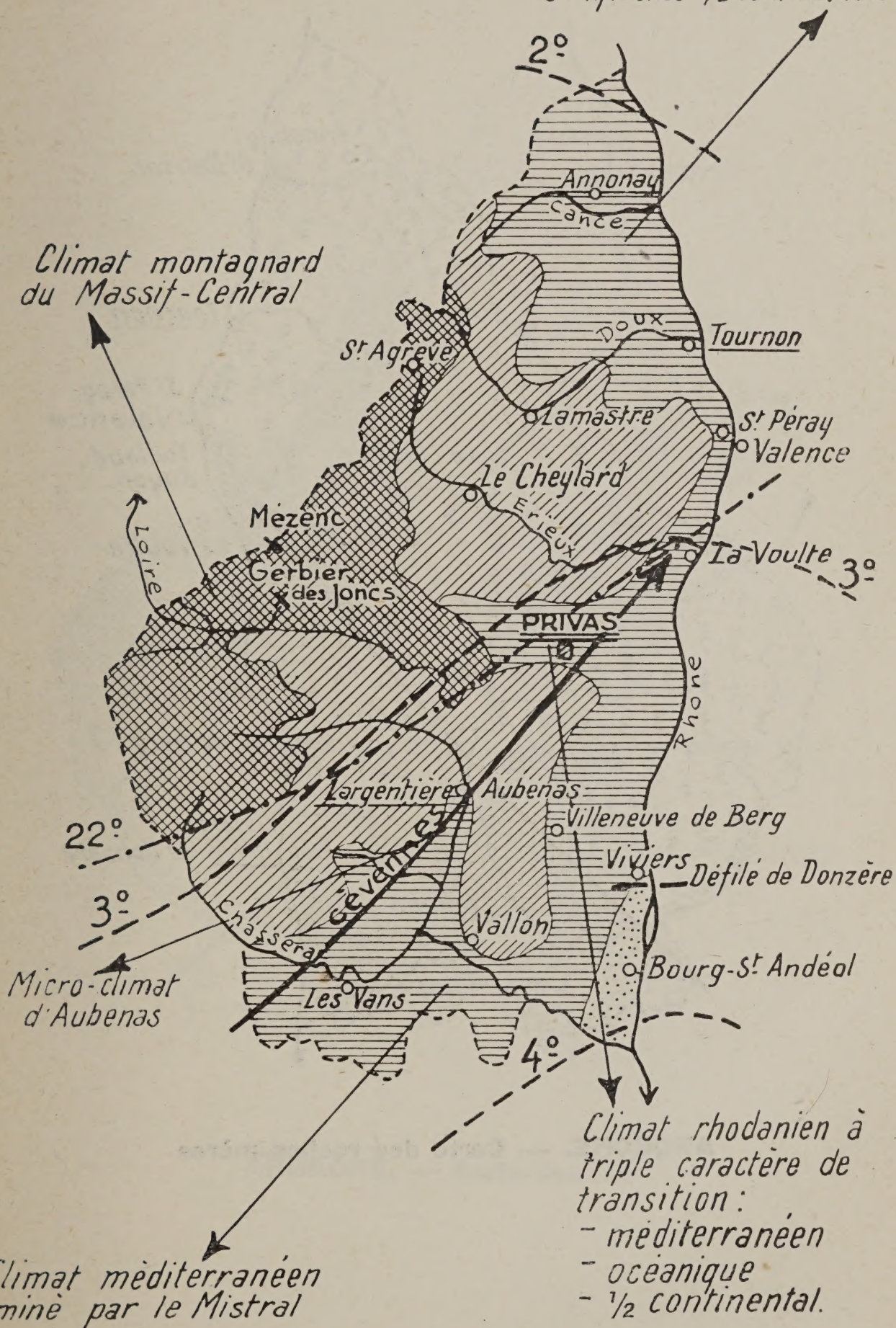


DROME. — Carte agronomique

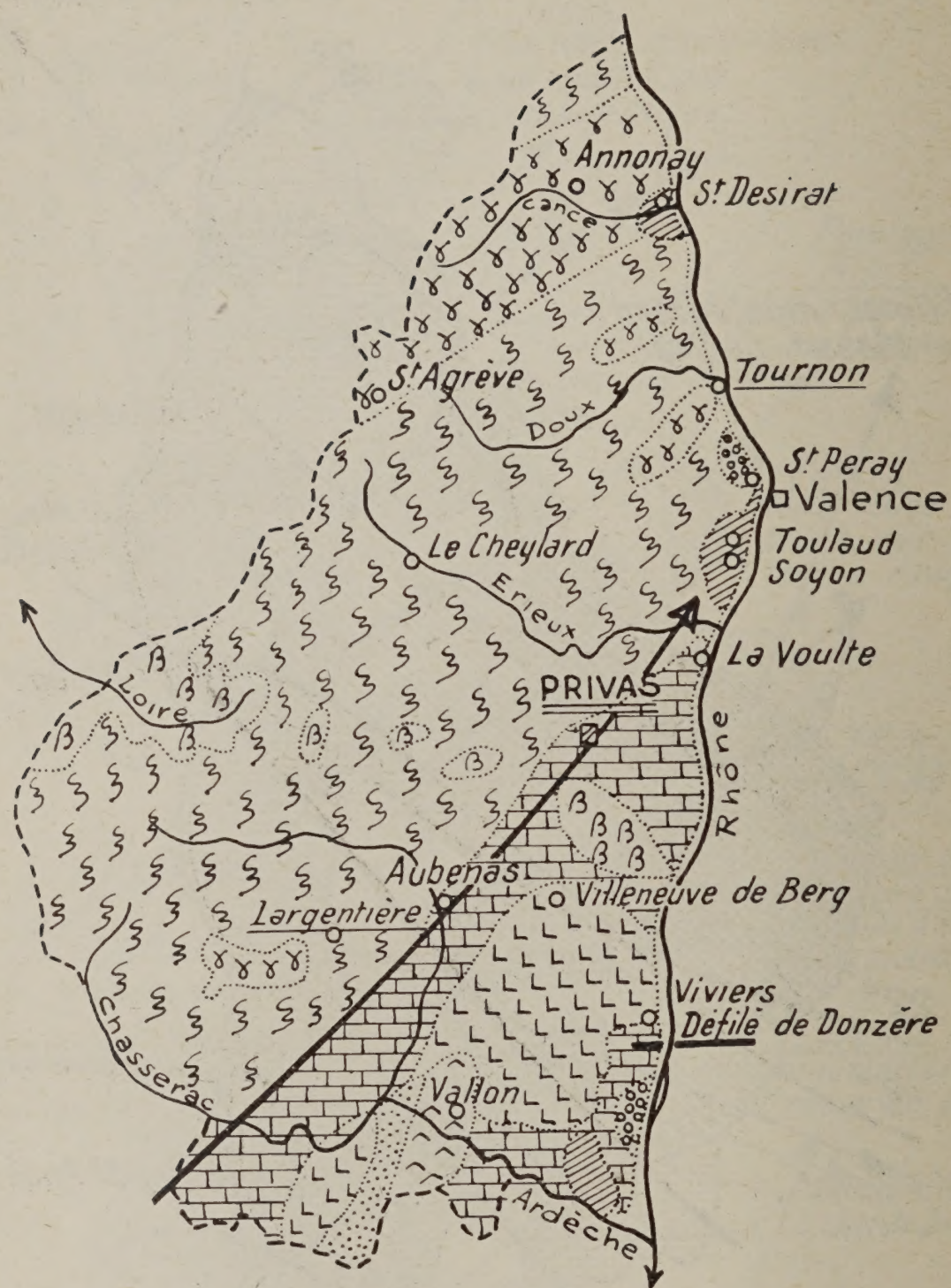
Températures:
 Isothermes d'hiver: -----
 Isothermes d'été:
 Isothermes d'été:

Climat rhodanien
 à influence $\frac{1}{2}$ continentale

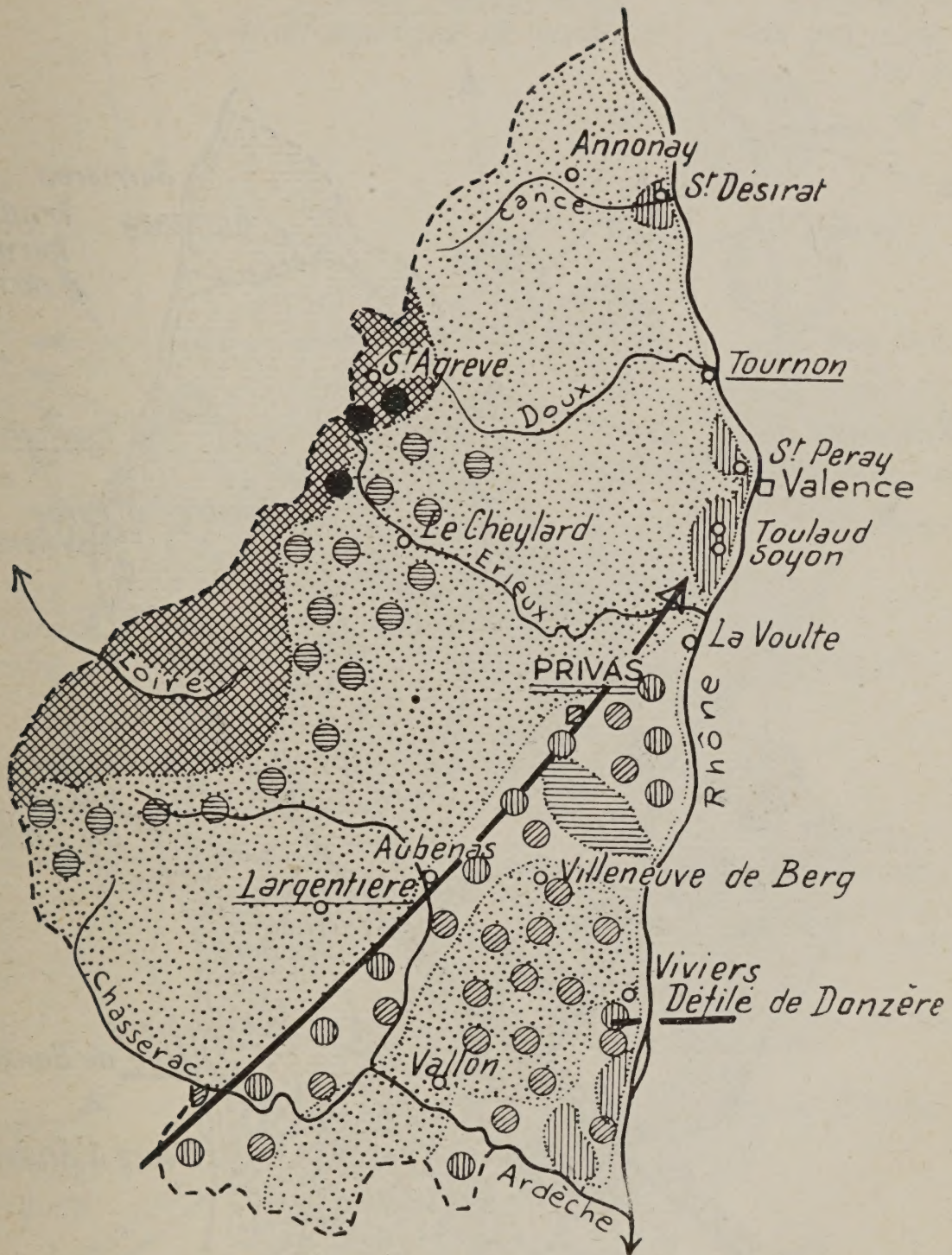
Climat montagnard
 du Massif-Central



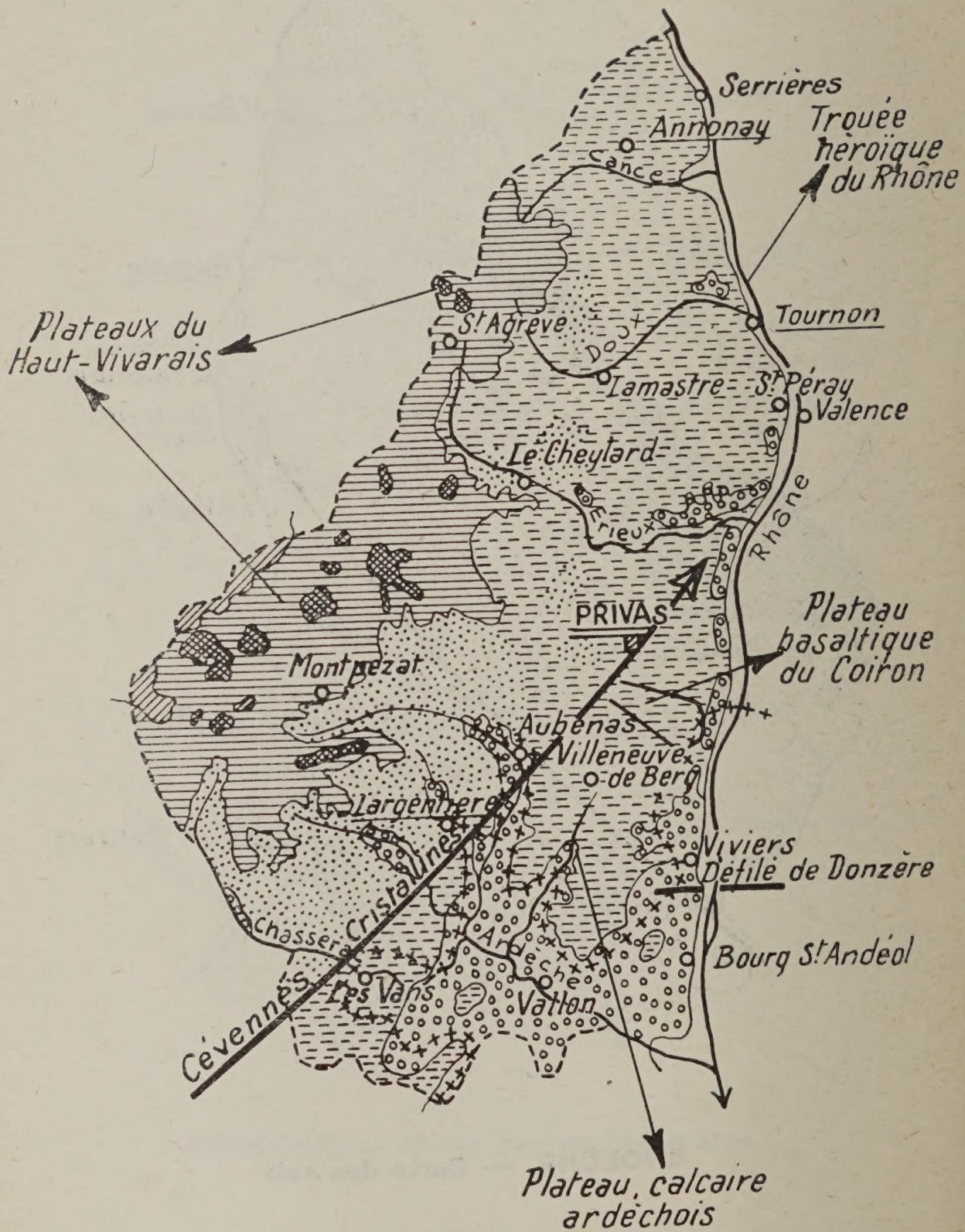
ARDECHE. — Carte climatique



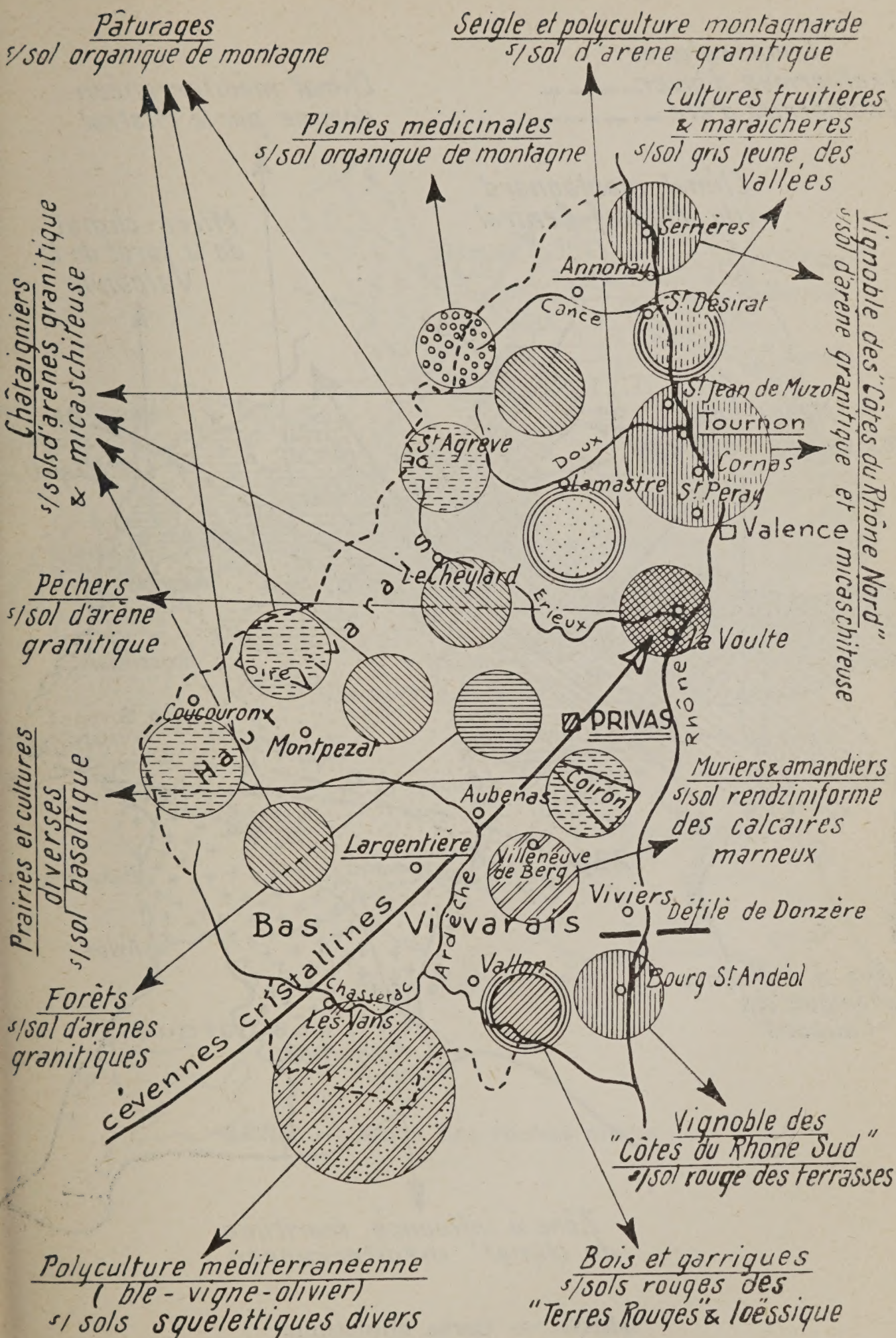
ARDECHE. — Carte des roches-mères



ARDECHE. — Carte des sols

+++++ *Limite de l'Olivier*

ARDECHE. — Carte botanique



ARDECHE. — Carte agronomique

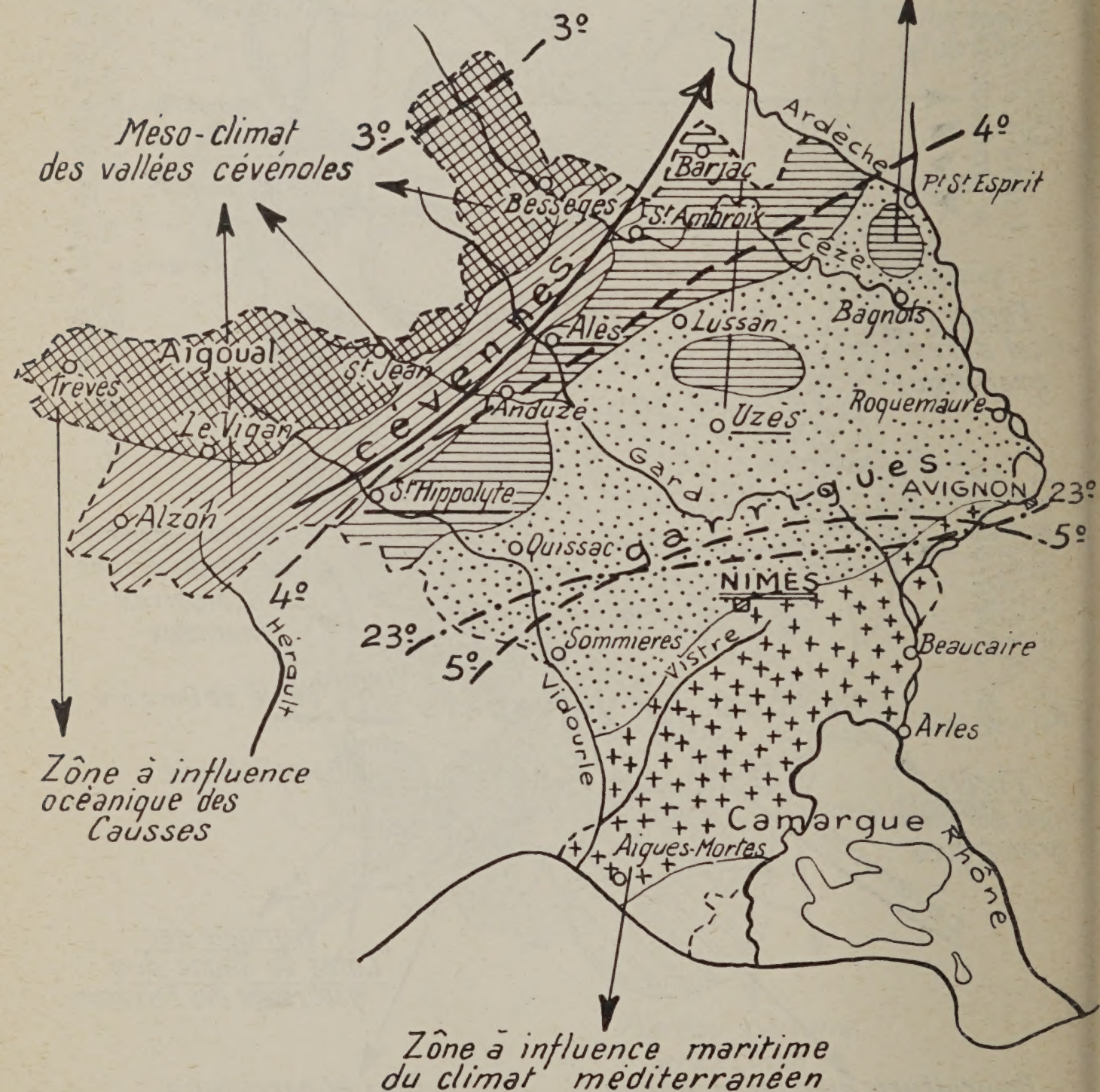
Températures:
 Isothermes d'hiver-----
 Isothermes d'été.....

Climat méditerranéen
 dominé par le Mistral

Climat montagnard
 du Massif-Central

Micro-climat
 de la forêt de la
 Valbonne

Méso-climat
 des vallées cévenoles



GARD. — Carte climatique

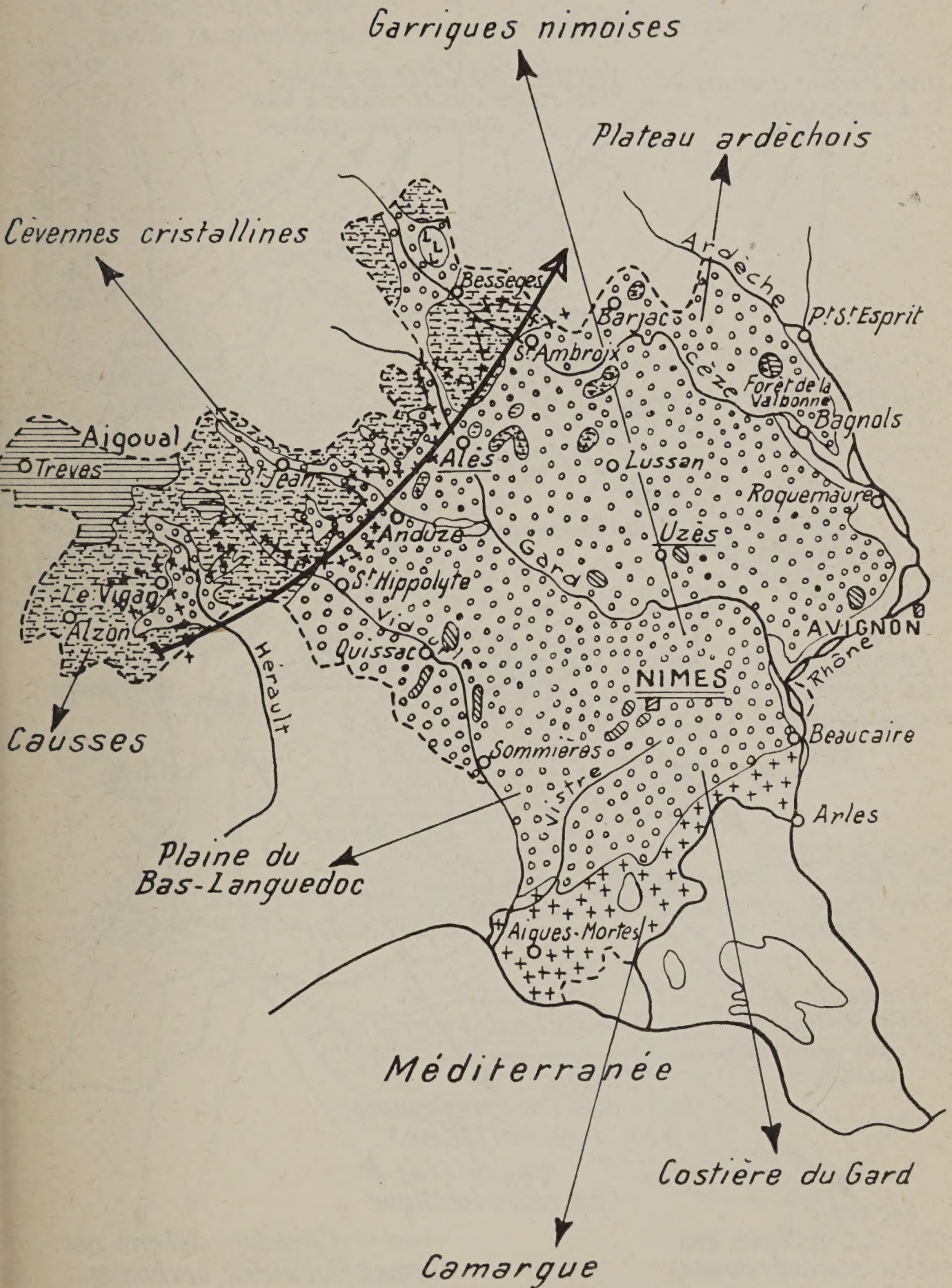


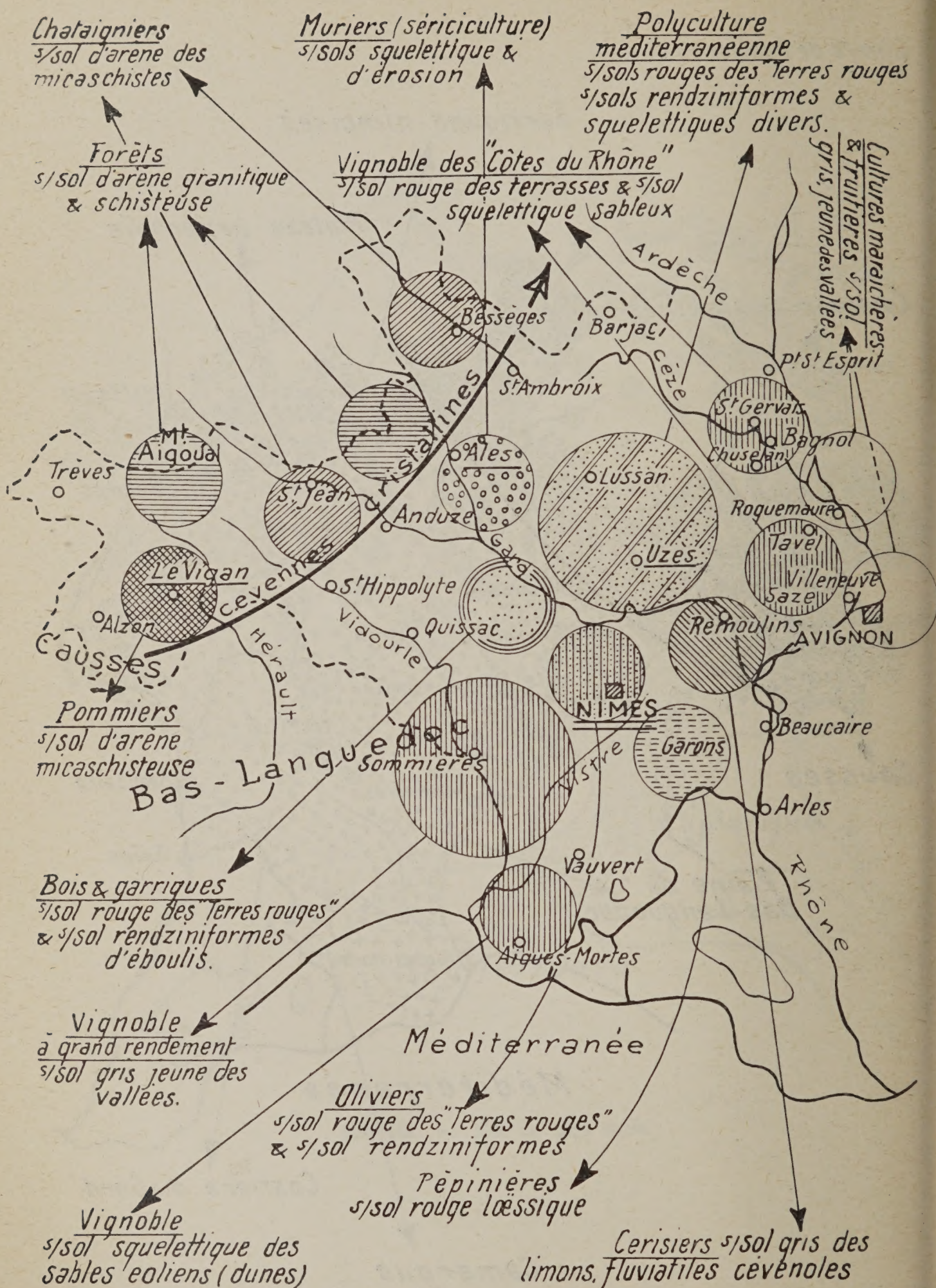
GARD. — Carte des roches-mères



GARD. — Carte des sols

Limite de l'olivier+++++



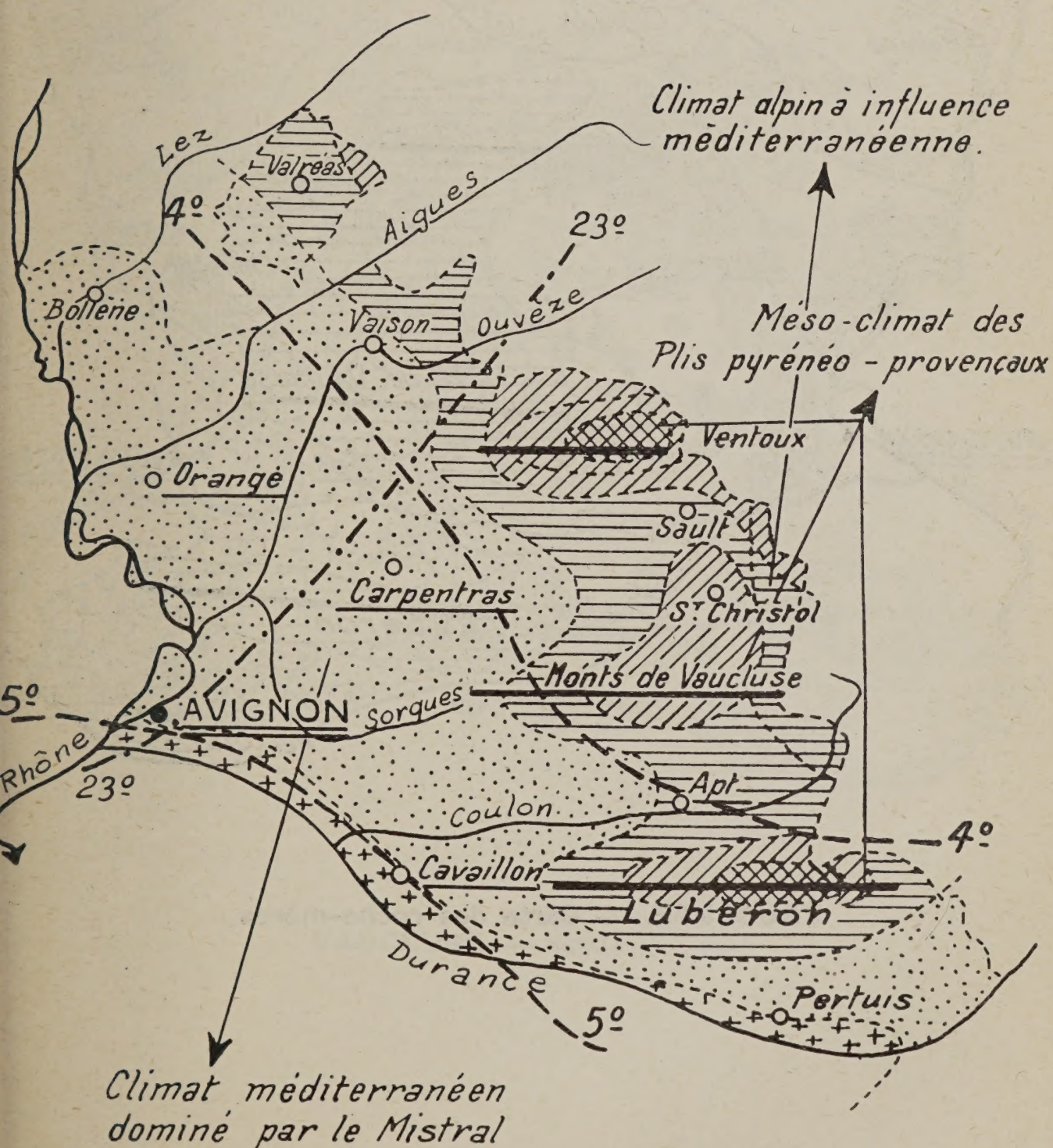


GARD. — Carte agronomique

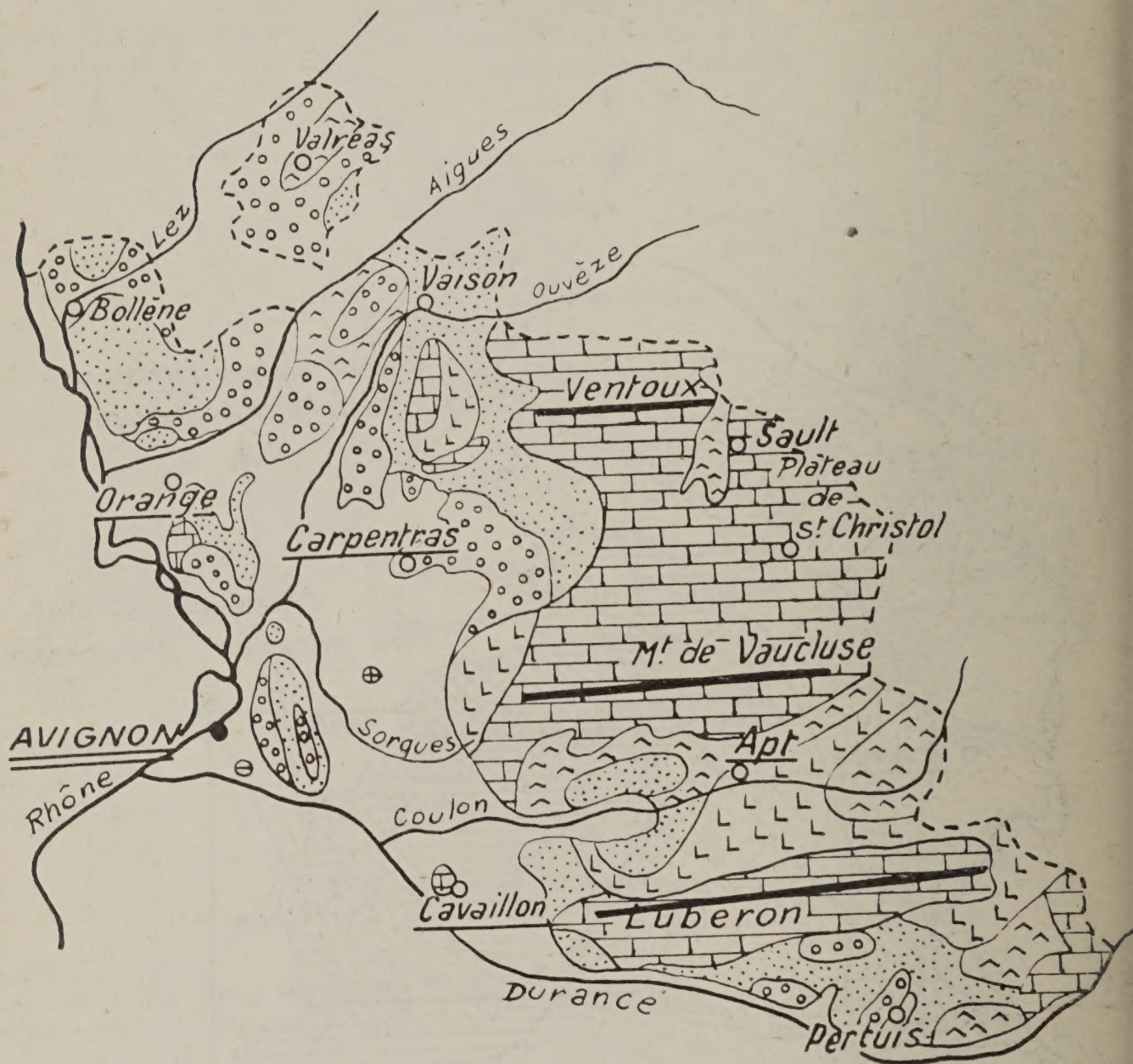
Températures:

----- isothermes d'hiver

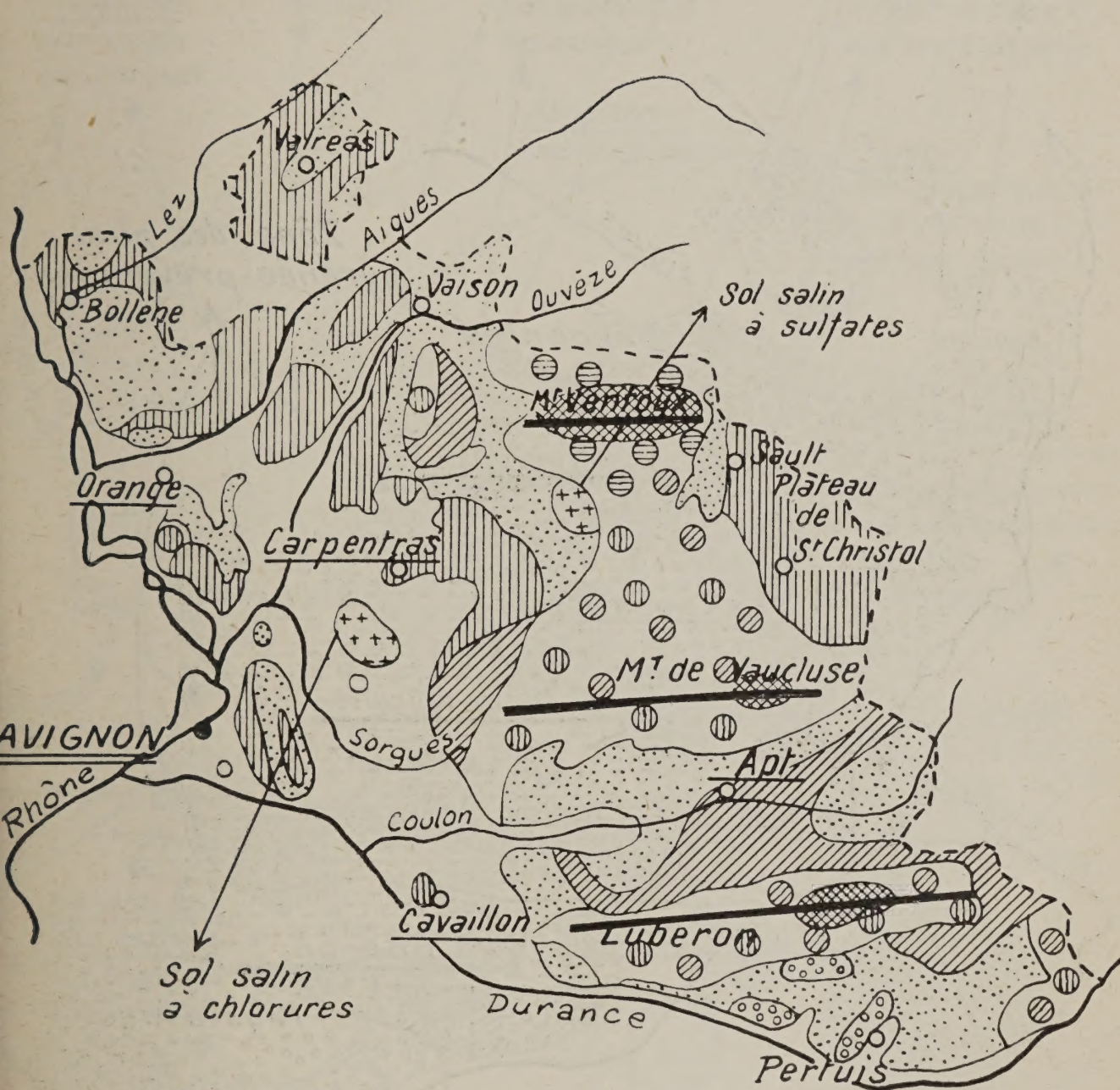
..... isothermes d'été



VAUCLUSE. — Carte climatique

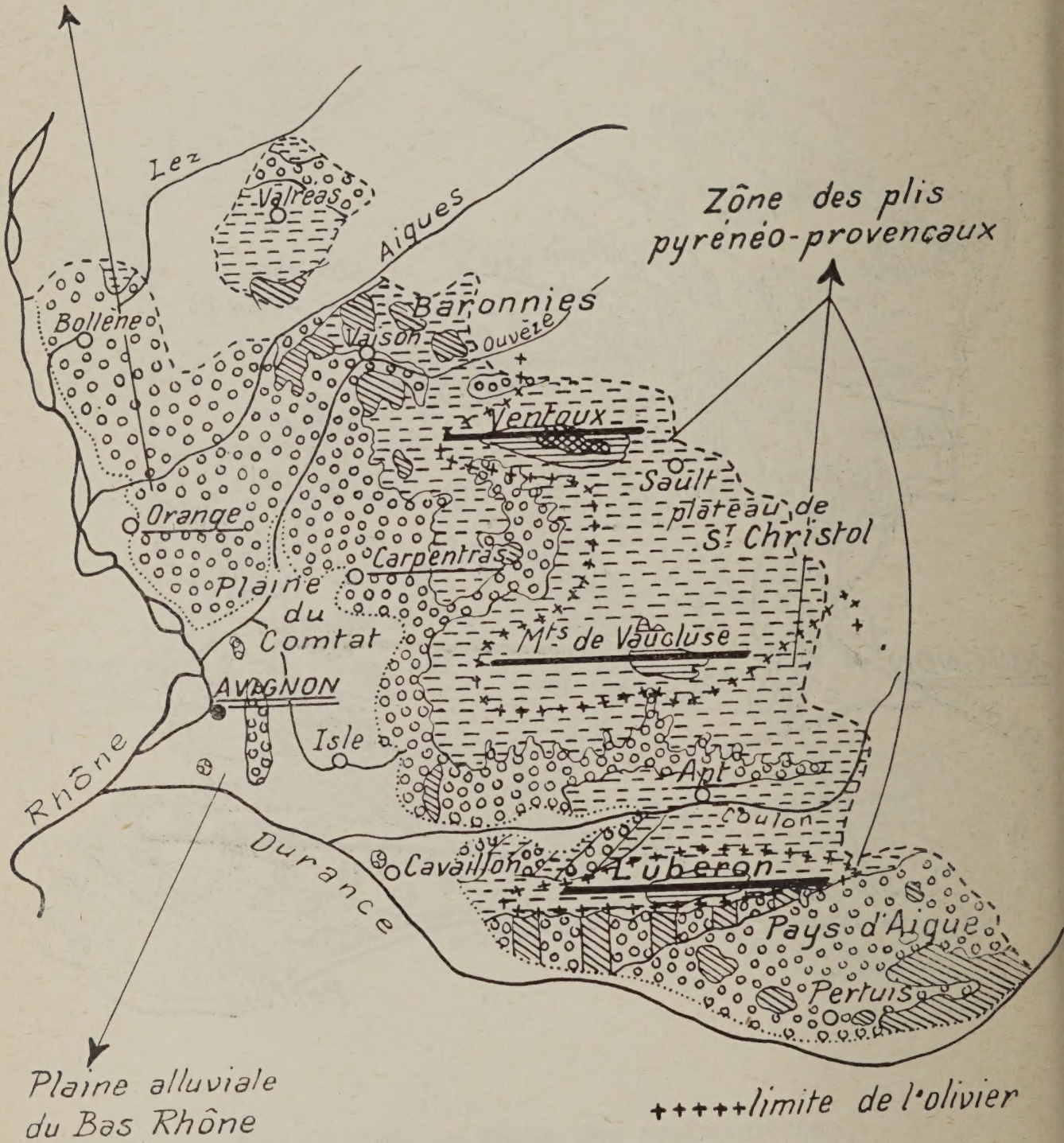


VAUCLUSE. — Carte des roche-mères

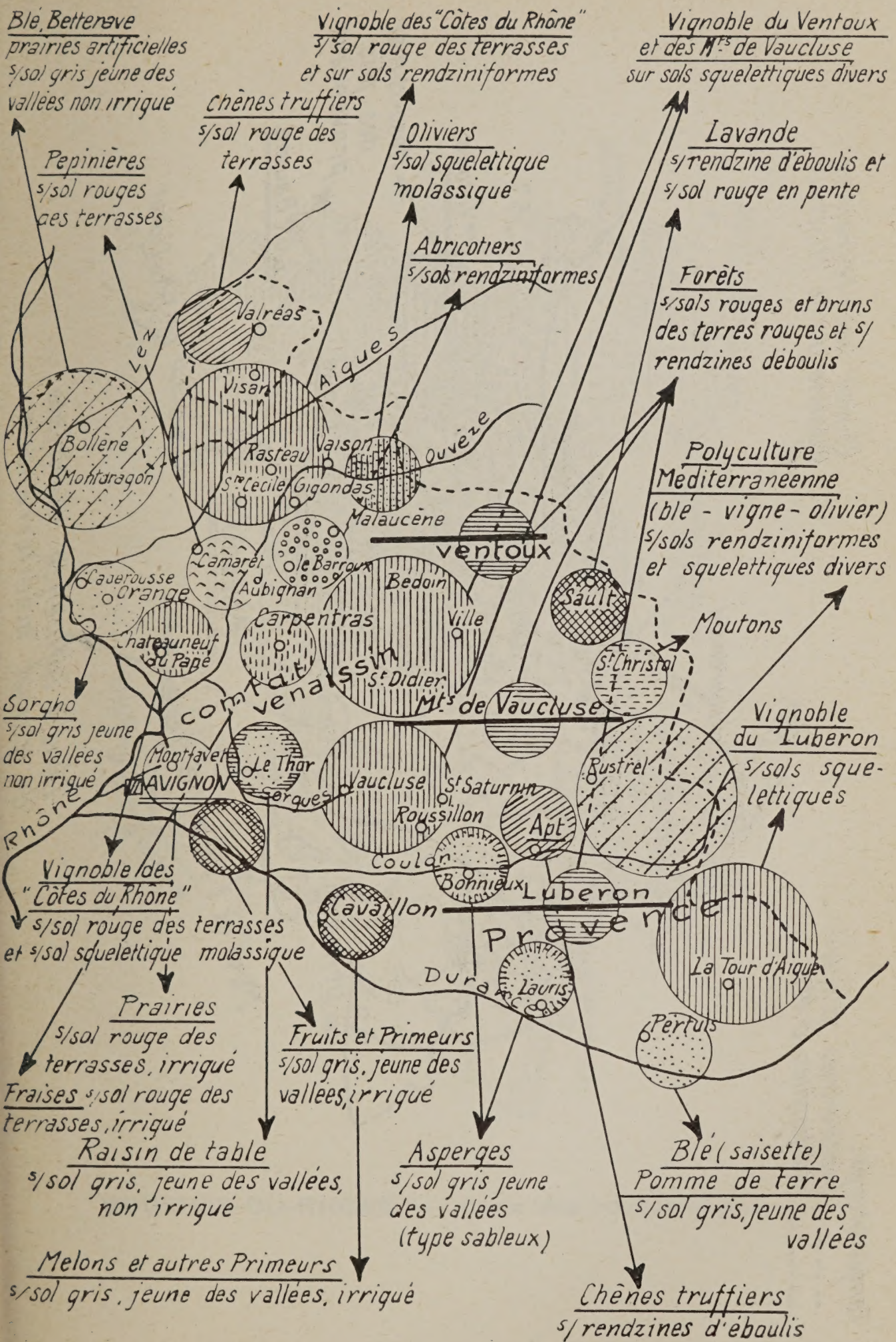


VAUCLUSE. — Carte des sols

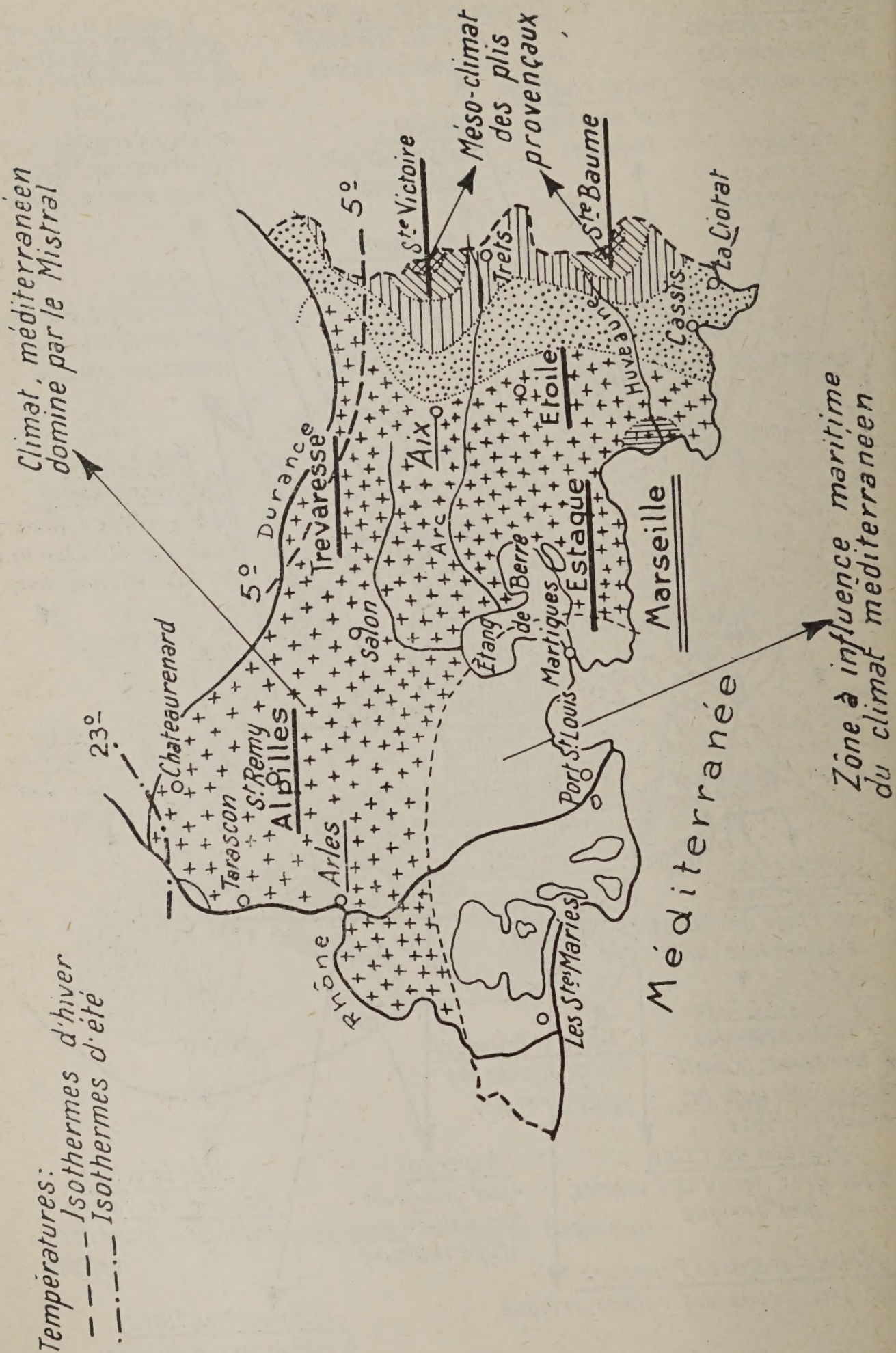
*Zône des terrasses
rhodaniennes*



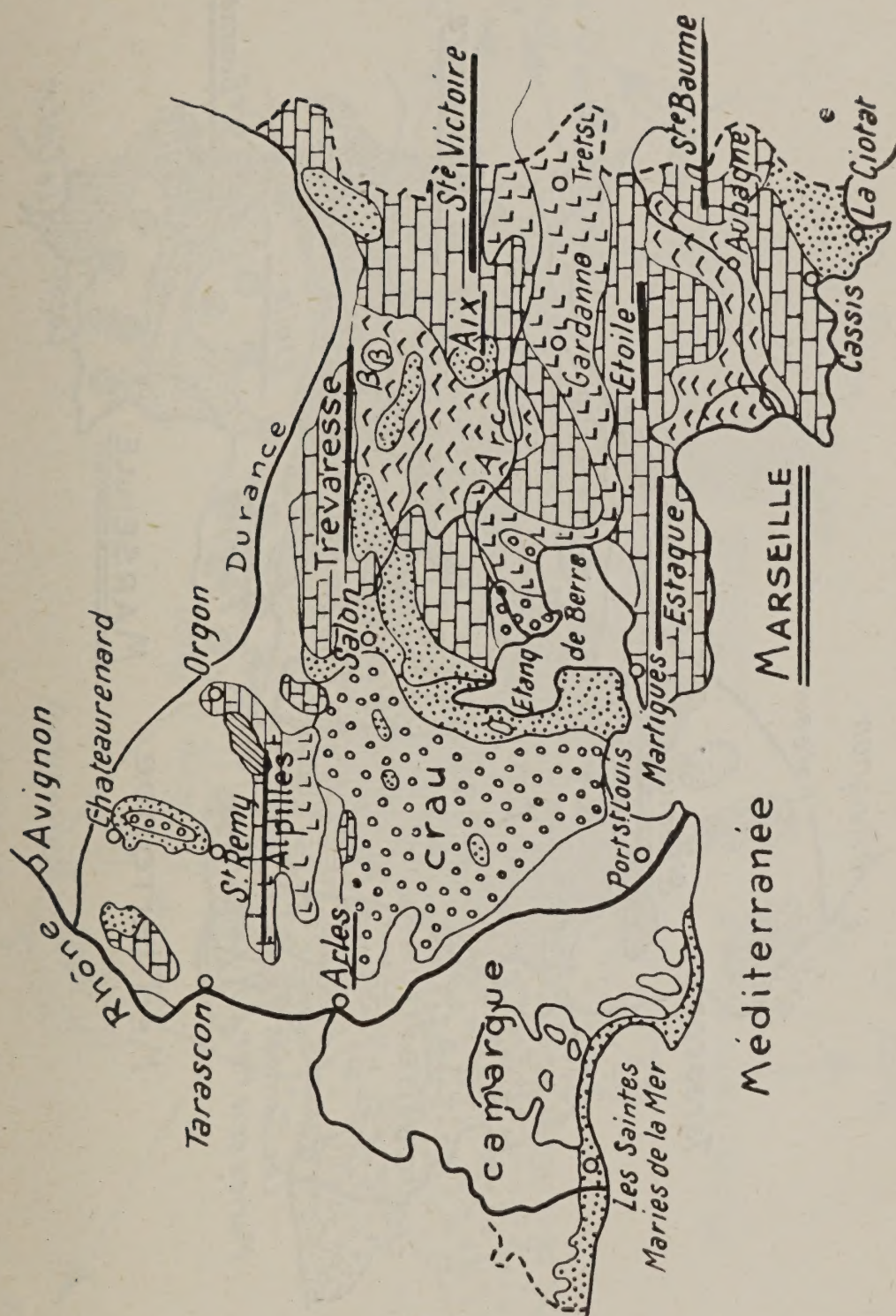
VAUCLUSE. — Carte botanique



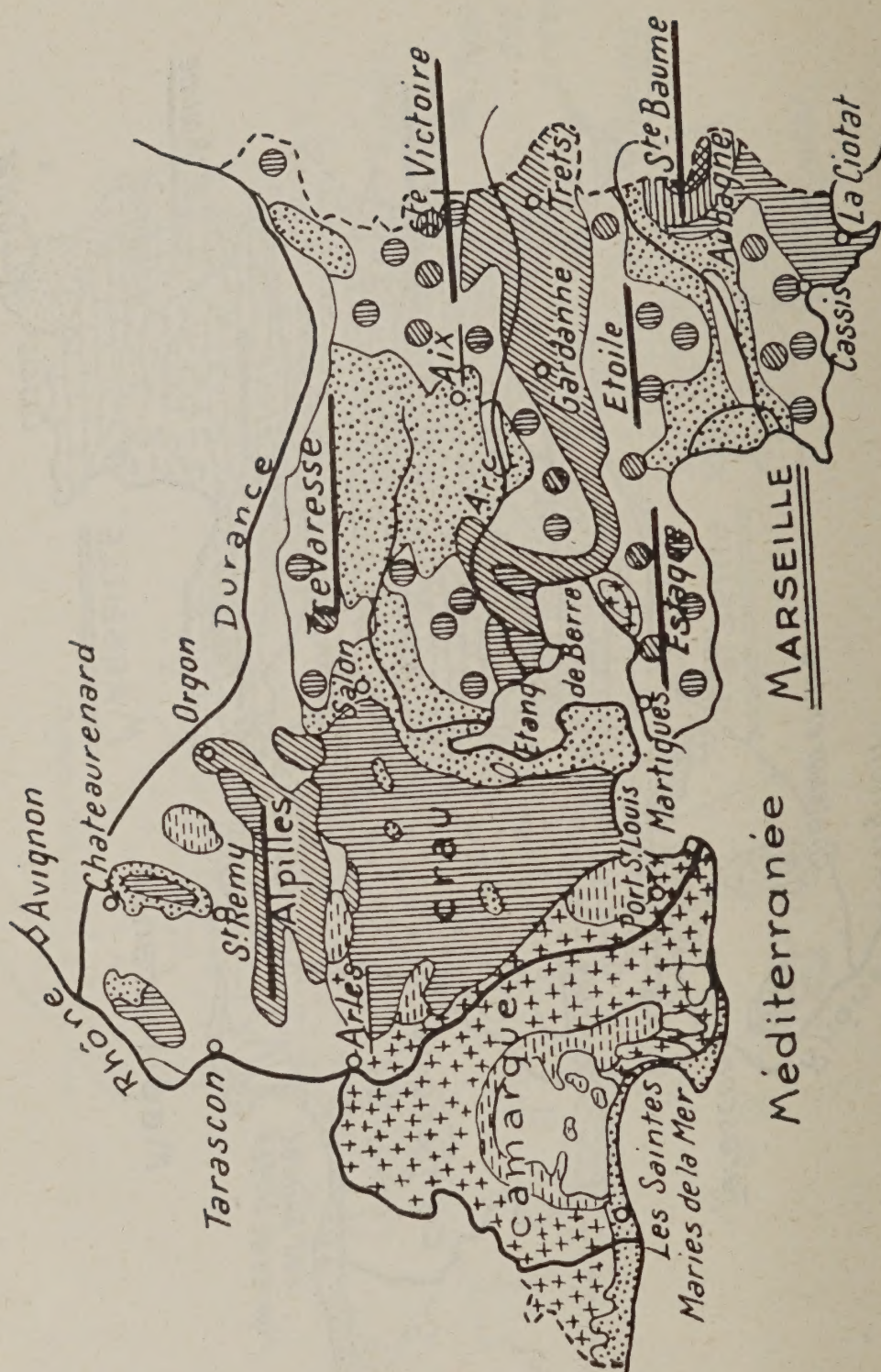
VAUCLUSE. — Carte agronomique



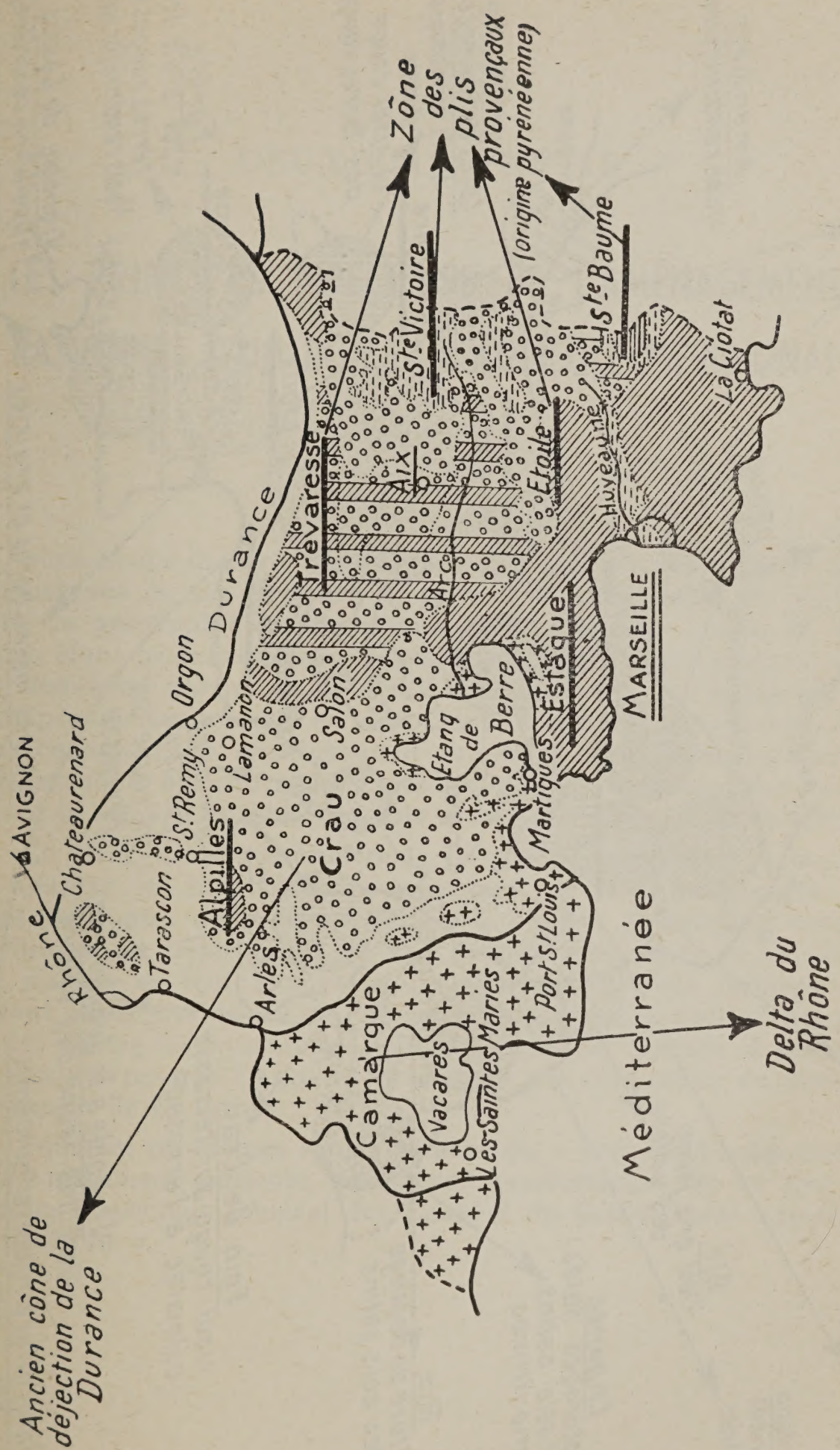
BOUCHES-DU-RHÔNE. — Carte climatique



BOUCHES-DU-RHÔNE. — Carte des roches-mères



BOUCHES-DU-RHÔNE. — Carte des sols



BOUCHES-DU-RHONE. — Carte botanique

DEUXIÈME PARTIE

LES PRINCIPES DIRECTEURS DE L'AMÉNAGEMENT RATIONNEL D'UN DOMAINE AGRICOLE MÉRIDIONAL

Nous avons montré, dans la première partie de cet exposé toute l'importance de ces facteurs de base qui constituent, en quelque sorte, la géographie agronomique d'une région — celle du Bas-Rhône étant prise ici comme exemple. — Nous allons essayer, dans une deuxième partie, de guider l'Agriculteur en lui indiquant les principes directeurs qui en découlent et qui lui sont nécessaires pour concevoir *un aménagement* rationnel d'un domaine agricole méridional. Il obtiendra ainsi des productions harmonisées garantissant la vitalité durable des sols et la pérennité des exploitations.

En effet, ne pas connaître le terroir de son domaine, ne pas lui adapter les plantes qui conviennent, le bon porte-greffe, s'il s'agit de vignes ou d'arbres fruitiers, ne pas choisir les variétés améliorées au triple point de vue rusticité, productivité et précocité, oublier de tenir compte de certaines propriétés chimiques et surtout physiques du sol et, enfin, négliger certains traitements préventifs contre les ennemis des cultures, sont les erreurs et les fausses manœuvres que l'Agriculteur ne doit pas commettre en prenant possession de sa ferme.

Tous ces problèmes sont à la base du « plan d'aménagement » et d'équipement agricole, première manifestation de ce que M. POIRÉE, Inspecteur Général des Eaux et du Génie Rural appelle le « Ruralisme ».

CHAPITRE PREMIER

La Connaissance du Domaine

« L'Agronomie est l'examen critique des valeurs vitales produites par l'Agriculture, parmi les biens matériels de l'humanité.

« L'Agronome n'est donc pas un savant, c'est un technicien, un conseil pour l'action, un expert ».

Professeur LAGATU.

Nous rappellerons tout d'abord le premier principe suivant qui, malgré son évidence et sa simplicité, a son importance. C'est pour l'avoir méconnu ou oublié, que certains paysans ont subi pas mal d'échecs et ont eu bien des découragements.

L'Exploitant doit choisir une ferme dont la superficie cultivable corresponde aux moyens dont il dispose.

Le vieux proverbe « qui trop embrasse mal étreint » se vérifie en Agriculture, comme ailleurs. Si les moyens de l'exploitant sont déficients (en trésorerie, en main d'œuvre, en engrais, en cheptel vif ou mort), il n'arrivera jamais sur l'ensemble de son domaine, à avoir plus de rendement en augmentant les surfaces à ensemen- cer. Il vaut mieux alors, réserver tous ses efforts sur une partie seulement de la propriété, la meilleure naturellement, car un sol de médiocre qualité, s'il est mal travaillé, s'il n'est pas fumé, ne peut rien donner. DE GASPARIN résumait ainsi jadis cette condition :

« Que vos moyens dépassent toujours les besoins de la ferme. Soyez plus fort que la terre si vous voulez la dominer, être son maître et non son esclave ».

La région du Bas-Rhône est un « pays » surtout de petites et moyennes propriétés (1) où la famille du cultivateur peut se charger généralement seule des travaux, la plupart du temps (forme la plus précieuse et la plus stable pour notre démographie nationale).

(1) D'après la statistique agricole de 1929 les surfaces moyennes des exploitations pour les 5 départements du Bas-Rhône sont les suivantes : de 5 à 10 hectares pour le Gard et le Vaucluse, de 10 à 15 hectares pour l'Ardèche, les Bouches-du-Rhône et la Drôme.

Certaines zones de la basse plaine du Rhône possèdent de grands domaines où l'emploi de tracteurs agricoles peut permettre de réaliser une réduction de prix de revient et une économie de temps.

Dans certaines régions à propriétés très morcelées le problème du remembrement est à envisager pour cette raison. Il permettra en effet, d'utiliser des machines modernes à grand débit.

Nous ne pouvons donc passer sous silence cette importante question de réorganisation foncière qui est, au premier chef, un aménagement agricole intéressant certains propriétaires de la région du Bas-Rhône. Toutefois, sa réalisation dans le Midi de la France, encore à l'état embryonnaire, est très délicate, vu la diversité des cultures, leur spécialisation et leur valeur très différentes dans une même commune.

Nous rappelons que « le remembrement a pour objet — d'après « la loi du 9 mars 1941 (article 19) — d'attribuer à chaque propriétaire *dans chaque catégorie de terrain*, une superficie de terre équivalente, *en valeur de productivité* à celle qu'il possède dans « le périmètre soumis au remembrement ».

Au point de vue technique, nous estimons que le remembrement qu'effectuera dans le cadre communal, le service du Génie Rural, doit reposer sur les deux enquêtes suivantes :

1°) *La prospection pédologique** qui reste à la base de la détermination *des catégories de terrains* et de l'adaptation des cultures, compte tenu des modifications apportées par l'Homme.

2°) *La prospection agronomique* qui aura pour but *d'établir la classe de valeur de productivité de ces sols*, en tenant compte de l'espèce végétale et du milieu.

*
**

— Un des premiers soins d'un propriétaire exploitant, d'un fermier ou d'un métayer, en prenant possession de son nouveau domaine, est de chercher à se rendre compte tout d'abord de la valeur de ses terres. Son but est de connaître en effet, leur meilleure utilisation de façon à appliquer les mesures lui permettant ou bien d'obtenir (monoculture en général) des produits de qualité (vins à appellations d'origine, raisins de table, fruits, primeurs, truffes, lavandes, etc...) ou bien de porter la production (cas de la polyculture) au niveau assurant le maximum de bénéfices en établissant la part des recettes d'origine végétale et animale.

Se sentant l'esclave du « milieu » (sol, climat et exposition), l'agriculteur doit se libérer de son emprise en cherchant à le connaître, à s'adapter à lui ; il aura recours pour cela, d'une part à ses voisins — et nous en reparlerons tout à l'heure — et d'autre part, à des spécialistes. Parmi ceux-ci il s'adressera soit au professeur d'agriculture de sa région, soit à un directeur de station de recherches agronomiques. Mais le propriétaire, ignorant ou ne se rendant pas compte que c'est *sur place*, d'abord, que ces tech-

nicieus peuvent le renseigner utilement, se contentera souvent de prélever n'importe comment un échantillon de terre, de cette terre sur laquelle il fonde tous ses espoirs, et de l'envoyer à analyser, espérant ainsi obtenir tous les renseignements désirés.

Les données actuelles de la science du sol, telles que nous venons de les résumer dans la première partie de cet ouvrage, nous montrent nettement que nous sommes loin de cette idée préconçue que beaucoup de personnes possèdent encore et qui voient dans la terre quelque chose d'inerte, dont la simple analyse indiquera, ipso facto, le degré de fertilité, tout comme l'on détermine le degré alcoolique d'un vin ou la teneur en azote d'un tourteau !

Est-ce à dire que l'analyse d'un sol, *prélevé dans les conditions voulues*, ne rende pas des services ? Ce serait une grosse erreur de croire le contraire. Elle peut renseigner utilement et de façon précise l'agriculteur sur certains points particuliers : composition physique du sol, c'est-à-dire la proportion d'argile, de limon, de sable et de matières organiques ; teneur en calcaire ; réaction du sol et dans une certaine limite, richesse en éléments fertilisants.

Mais l'analyse d'un sol n'est qu'un moyen mis à la disposition d'un technicien consulté par le paysan. En effet, en cas de chute anormale de rendement de certaines récoltes, bien des facteurs interviennent et le diagnostic sera établi *sur place* et peut-être même sans avoir recours à l'analyse. Les deux exemples suivants nous le montrent :

1°) On peut obtenir un fléchissement de rendement des récoltes, sur certains tenements, malgré les soins culturaux donnés, malgré l'apport d'engrais et cela parce que insensiblement le niveau de l'eau remonte dans le sol, par suite d'un mauvais écoulement des eaux de drainage ou d'irrigation (eau de collature). Dans ce cas, seul l'examen du profil hydrique donnera la clef de l'énigme.

2°) On peut observer sur un vignoble des taches assez importantes où tous les ceps dépérissent les uns après les autres ; les feuilles jaunissent, les sarments se rabougrissent et les plantes présentent certains caractères physiologiques qu'un spécialiste, sur place reconnaîtra comme étant ceux du *court-noué*, très grave maladie qui risque d'ailleurs d'anéantir petit à petit, comme jadis le phylloxera, une grosse partie du vignoble méridional. Ici donc, l'examen de la plante, in situ, a suffi pour établir le diagnostic.

Si dans ces deux cas ainsi pris comme exemple, l'agriculteur croyant bien faire, prélevait un échantillon de la terre, et l'envoyait à analyser « pour savoir ce qu'elle contient de toxique », il ferait indubitablement fausse route.

Mais de toute façon, le cultivateur a intérêt, pour la mise en culture de son nouveau domaine et pour l'adaptation de ses cultures, à savoir à quels types génétiques les sols de sa propriété appartiennent ou desquels ils se rapprochent le plus.

Toutes les connaissances sur les propriétés de ces types de sols lui seront utiles, *connaissances que seuls* certains spécialistes

peuvent lui fournir (1) (pour le Midi : Stations d'Agronomie d'Avignon et d'Antibes). Si ceux-ci jugent utile de procéder, suivant le but demandé, à une analyse, ils enverront à l'intéressé deux notices explicatives que nous reproduisons ci-après.

Tous les renseignements ainsi recueillis sont absolument nécessaires pour pouvoir, après le travail de laboratoire, interpréter et fournir toutes indications utiles au point de vue pratique.

Nous insistons sur la manière dont l'échantillon de terre doit être pris (2^{me} Notice). Cette opération est en effet primordiale et la façon d'opérer diffère sensiblement des anciennes instructions que l'on trouve dans tous les vieux traités ou manuels d'agriculture.

NOTICE I

Bulletin de renseignements

(à remplir par l'expéditeur)

Nom et adresse de l'expéditeur :

<i>Origine de l'échantillon :</i>	{	Département :
		Canton :
		Commune :
		Lieu-dit :

Situation géographique : plaine, coteau, pente, plateau ; indiquer l'exposition et l'altitude si possible.

Profondeur du sol remué par les labours courants :

» » » de défoncement :

Sous-sol : de même nature que le sol ?

de nature différente - laquelle et à quelle profondeur ?
nom spécial donné à ces terres dans la région, s'il y a lieu :

Humidité : insuffisante - normale - en excès.

Assolement suivi ou nature des cultures :

<i>Fumures antérieures par Ha :</i>	{	Fumier :
		Engrais azotés :
		» phosphatés :
		» potassiques :

(1) Ces connaissances dont nous avons donné un aperçu au cours de la première partie de cet ouvrage, exigent en effet, pour les approfondir, de la part de ces agronomes spécialisés, des bases scientifiques sérieuses. Ceux qui s'occupent de l'étude du *milieu* s'appuient sur les sciences fondamentales suivantes : les mathématiques, la physique, la chimie, la géologie, la pédologie, la climatologie, l'hydrologie, ceux qui étudient la *plante*, sur la botanique, la physiologie végétale, l'écologie, la génétique, la pathologie végétale, l'entomologie ; enfin, ceux qui se préoccupent de l'*animal* : sur l'anatomie, la physiologie, la zootechnie, la génétique, la parasitologie, la pathologie animale, l'hygiène.

Rendements moyens obtenus par Ha :

Céréales :
Plantes racines :
Plantes fourragères :
Tubercules :
Vignes :
Arbres fruitiers :
etc...

Observations diverses :

Questions particulières auxquelles doit répondre l'analyse :

NOTICE II

Conseils pour le prélèvement des échantillons de sol

1° — Effectuer dans la parcelle à échantillonner un certain nombre de tranchées dépassant nettement la profondeur des labours de défoncement, par exemple 0,80 et jusqu'à 1 m. 20, si le terrain est très meuble ; si le sous-sol est rocheux, crayeux ou imperméable, le noter et ne pas aller au-delà.

2° — Examiner attentivement la couleur, l'humidité et la consistance des différentes couches du terrain pour apprécier les ressemblances ou les différences. Tenir compte des enseignements pratiques fournis par la culture et les récoltes.

3° — Conserver autant de tranchées qu'il y a de sols nettement différents.

Dans chaque trou, prélever 2 kgs environ :

- a) du sol remué par les labours courants ;
- b) du ou des sous-sols, s'il y a plusieurs couches *différentes* qui apparaissent dans la tranchée, en indiquant la profondeur.

4° — Emietter soigneusement la terre et la faire sécher avant de l'envoyer au laboratoire dans un sac en toile soigneusement étiqueté.

Avis important : Ne jamais mélanger la terre provenant de différentes tranchées ou de différentes couches de terrain ; pour chaque type de sol, pour chaque couche (horizon) différente, prélever un échantillon distinct.

Interprétation des analyses des terres

Le bulletin d'analyse délivré par la Station de Recherches Agronomiques porte toujours une conclusion où le Directeur, interprétant les résultats analytiques obtenus, donne les conseils nécessaires pour améliorer le sol examiné.

(Voir les deux exemplaires pages 144 et 145).

Nous donnons ci-après, les indications et les chiffres de base qui doivent renseigner l'exploitant, normes des analyses physique et chimique, réaction des sols, etc...).

1) Analyse mécanique des sols.

Les limites du fractionnement admises en 1926 par l'Association internationale de la science du sol sont les suivantes :

Analyse granulométrique :

Fraction I. - $< 0 \text{ m/m } 002 (2 \mu)$: argile (état *colloïdal*).

Fraction II. - de $0,002 \text{ m/m}$ à $0 \text{ m/m } 020 (20 \mu)$ limon.

Fraction III. - de $0 \text{ m/m } 020 (20 \mu)$ à $0 \text{ m/m } 200 (200 \mu)$ sable fin.

Fraction IV. - de $0 \text{ m/m } 200 (200 \mu)$ à $2 \text{ m/m } 0$: sable grossier.

Les proportions de ces divers éléments, dans nos sols méridionaux, se classent de la façon suivante :

Eléments	Dose dominante	Dose passive
Argile (colloïdes)	$\geq 30 \%$	$< 10 \%$
Limon	$\geq 40 \%$	$< 20 \%$
Sable fin	$\geq 50 \%$	$< 30 \%$
Sable grossier	$\geq 50 \%$	$< 20 \%$

Une terre « franche » n'a aucun élément dominant. Dans les régions méridionales et encore plus en Afrique du Nord, elle a une tendance très nette à avoir une proportion d'argile plus élevée. Il faut, en effet, que la réserve d'eau accumulée à l'automne et au printemps par ces sols leur permette de conduire la végétation jusqu'à maturité.

Tous les éléments ci-dessus énumérés, constituent la *phase inerte*, le squelette du sol et tout le monde connaît le rôle que jouent l'argile et le sable pour modifier les propriétés physiques des terres. L'humus est avec l'argile — à l'état colloïdal* — le ciment agglomérant les grains siliceux pour leur donner à la fois la plasticité et la ténacité. La *phase active* est constituée par les matières organiques, le fer, les bases échangeables et dans une certaine mesure par le calcaire.

Un sol doit contenir au moins 4 à 5 % de matières organiques, sinon sa structure devient défavorable et l'on doit prévoir alors dans la rotation des cultures, surtout dans le Midi, une place plus importante aux prairies pour régénérer cette *structure grenue* qui est la plus favorable au maintien de la fertilité. (Voir plus loin le rôle de l'humus, chapitre V).

2) Analyse chimique :

A l'heure actuelle, une technique rapide utilisée par quelques Stations Agronomiques — notamment celle d'Avignon [Méthode BARBIER-MORGAN (1)] est susceptible de fournir des renseignements sur la teneur des sols en éléments fertilisants, *immédiatement assimilables*. Mais leur interprétation repose sur les connaissances agronomiques préalables des sols appartenant au même type génétique et soumis au même système de culture. Les normes admises pour la région méridionale sont les suivantes :

Acide phosphorique (Technique MORGAN-BARBIER).

Un sol normalement pourvu en cet élément doit avoir une teneur de 30 mgr. par cette méthode. La limite d'efficacité est comprise entre 50 et 60 mgr. Au-delà, il est inutile, tout au moins pour la culture que l'on envisage pour l'année courante, d'apporter au sol un engrais phosphaté.

Potasse (Technique MORGAN-BARBIER).

Les limites d'efficacité sont les suivantes :

En sol léger et pour une culture peu exigeante : de 80 à 100 mgr. ; en sol léger et pour une culture exigeante ou en sol argileux et pour une culture peu exigeante, 120 à 150 mgr. ; en sol argileux et pour une culture exigeante : 200 mgr.

Azote.

Cet élément est dosé par la méthode classique de KJELDALH. Un sol doit avoir au moins 1,50 0/00 d'azote. Mais, même au-delà de cette teneur, les engrais azotés « marquent » dans nos régions méditerranéennes et donnent un excédent notable de récolte. En effet, l'azote organique du sol est souvent sous une forme dégradée non utilisable.

D'ailleurs l'agriculteur ne devra pas perdre de vue que certaines plantes, notamment en culture maraîchère, exportent de grosses quantités d'éléments fertilisants, notamment d'azote. Dans

(1) Le dosage des éléments dits « assimilables » par la méthode SCHLOESING, aux acides dilués donne les chiffres respectifs suivants pour des teneurs normales : Acide phosphorique 0,40 à 0,50 pour mille. Potasse 0,35 à 0,45 pour mille.

Mais pour deux sols ayant la même dose d'acide phosphorique assimilable (par exemple 0,35 pour mille de P205), il arrive que l'action des engrais phosphatés peut être nulle dans un cas et très sensible dans l'autre. La notion nouvelle de *concentration critique d'équilibre du sol en P205*, en rapport avec le pouvoir fixateur du complexe colloïdal éclaire cette anomalie (voir DEMOLON (2)).

ce cas, le sol n'est plus qu'un simple support et l'on doit alimenter la plante cultivée par des doses massives d'engrais (voir plus loin le chapitre VIII sur la fertilisation de base).

3) *Calcaire - Réaction des sols.*

Beaucoup de sols de la région du Bas-Rhône sont très calcaires. Nous avons vu que seuls les sols rouges méditerranéens sont décalcifiés ou en voie de l'être. Toutefois, leur réaction est encore, dans l'ensemble, nettement alcaline ($\text{pH} > 7$). Malgré tout dans de tels sols, un chaulage peut être indiqué pour mobiliser notamment l'acide phosphorique en réserve. Les besoins en chaux peuvent être d'ailleurs calculés d'une façon suffisamment précise d'après le pH.

La teneur en calcaire, dans les terres d'alluvions modernes, peut atteindre un chiffre très élevé, près de 90 % dans la plaine du Thor (Vaucluse) mais dans ce cas, le carbonate de chaux n'est pas très actif. On peut doser à présent ce calcaire actif, dit chlorosant, par la méthode de DROUINEAU (4), opération très utile dans les cas de plantations de vigne ou d'arbres fruitiers.

N.-B. — Le pH est une notation de chimie physique (1). Cette abbréviation ne doit pas effrayer l'agriculteur qui a l'habitude de désigner par des initiales bien des choses, à commencer par le G.I.R.P.I.A. (actuellement la S.A.M.P.A.).

On doit se rappeler tout simplement :

1°) Qu'il y a correspondance entre ce pH et la réaction du sol, que le chiffre 0 correspond au maximum d'acidité, le chiffre 7 indique la neutralité et le chiffre 14 l'alcalinité la plus grande :

2°) Que la plupart des plantes cultivées présentent leur développement optimum au voisinage de la neutralité $\text{pH} = 7$. Les milieux trop alcalins ($\text{pH} > 8,5$) ou trop acides ($\text{pH} < 5$) exercent une action toxique, l'alcalinité étant d'ailleurs plus rapidement nuisible que l'acidité.

4) *Phénomène d'oxydo-réduction du sol.*

Tout milieu chimique est non seulement caractérisé par sa réaction, acide, neutre ou basique, mais encore par son état oxydant ou réducteur, réaction intervenant dans les phénomènes biochimiques et en rapport étroit avec les profils pédologiques et hydriques des sols. L'oxydo-réduction s'évalue par la mesure du rH.

5) *Perméabilité - Structure.*

La mesure de la perméabilité du sol ou plus exactement celle de la vitesse de filtration de l'eau, in situ, sert à connaître, dans cer-

(1) Le pH représente le logarithme vulgaire de l'inverse de la concentration en ion hydrogène. Une augmentation de cette concentration correspond donc, à une diminution du pH et inversement.

tains cas, l'aptitude du sol à l'irrigation, pratique courante dans la région du Bas-Rhône. Cette mesure permet également de déterminer les données d'un bon drainage. Nous reparlerons de ces deux techniques dans les pages qui vont suivre.

Etant donnée l'importance de la structure du sol au point de vue de sa perméabilité, il est également utile d'en étudier la *stabilité* (méthode de HENIN - 6).

*
**

Nous avons indiqué au début de ce chapitre que l'agriculteur s'installant dans une nouvelle région qu'il ne connaît pas, devra avoir recours d'une part, à ses voisins et, d'autre part, à un agronome et à un chimiste.

Les explications que nous venons de donner montrent tout ce qu'il peut attendre d'un laboratoire et tout le bénéfice qu'il pourra en retirer.

Toutefois, l'état actuel de nos connaissances agronomiques ne nous permet pas de résoudre cet important problème de la *fertilité* sans s'appuyer sur des bases expérimentales.

Un agriculteur averti peut donc trouver également tout comme un technicien, dans l'observation des méthodes culturales, un enseignement précieux. C'est ainsi qu'il sera amené à examiner et à noter tout ce qui se fait chez son voisin. Il voudra profiter de son expérience, dans le choix d'une culture, d'une variété, d'un porte-greffe, dans l'utilisation d'une méthode culturale plus propice. Mais il devra être assez avisé pour éviter les errements, pour discerner une méthode surannée, employée par routine et par ignorance. Cependant il devra faire attention avant de suivre les conseils des voisins, à la situation de sa propriété. Se trouve-t-elle dans les mêmes conditions topographiques ? Possède-t-elle les mêmes types de sol ? etc... Il faut être prudent avant d'entreprendre la critique de la tradition agricole locale et, avant de *pratiquer*, il faut savoir *observer* et apprendre à consulter le grand livre de la nature.

Et, puisque nous parlons de l'influence des voisins, conseillons au nouvel arrivant de maintenir cet antique usage de *bon voisinage*, non seulement dans l'aide que se prêtent entre eux, presque journellement, les fermiers proches, pour les grands travaux de la terre, depuis les labours jusqu'à la vendange, mais aussi, dans maintes circonstances plus graves. Ces us anciens datent sans doute du temps où circulaient les bandes armées qui rançonnaient les gens, et de l'époque terrible des guerres de religion où, comme Olivier de SERRES, on travaillait l'arme à portée de la main, prêt à répondre au premier appel !

Cette entr'aide dans les campagnes, plus répandue malgré tout, que certaines discordes irréductibles, constitue le premier chaînon de cette union des terriens si nécessaire aujourd'hui et que nous retrouvons plus étroite encore dans les différentes coopératives et associations agricoles à l'échelon local ou national.

Premier exemple d'examen d'un sol

Lieu de prélèvement : propriété de M. Louis MARSEILLE, quartier Saint-Geniès, commune d'Avignon (Vaucluse).

Examen des profils pédologique et hydrique : sol gris jeune des vallées (n° 18 de la classification génétique).

Ce sol a été remanié et modifié par les amendements humifères, par les soins culturaux et par l'apport d'engrais chimiques.

Terre arable : épaisseur 40 cm. Roche-mère : limon fluviatile du Rhône à 40 cm. jusqu'à 3 m. 50 à 4 m., reposant sur une marne grise (mollasse du Miocène) formant à ce niveau une couche imperméable retenant la nappe phréatique* ; un très léger lit de graviers sépare ce sol de son substratum marneux.

Analyse physique 0/0		Analyse chimique 0/00	
Colloïdes argileux.....	8,0	Azote total	2,4
Limon	35,4	Indice d'acide phosphorique assimilable (méthode Barbier-Morgan) ..	60
Sable fin	38,3	Indice de potasse assimilable (méthode Barbier-Morgan)	180 à 200
Sable grossier	13,3		
Matières organiques.....	4,8		
Calcaire total.....	33,6		
Calcaire grossier	4,6		
Calcaire fin	28,9		

Interprétation. — Sol limono-sableux, calcaire et riche en tous éléments nutritifs immédiatement utilisables. La présence notable de sable grossier et la teneur assez élevée en matières organiques assure à ce sol une bonne structure et une perméabilité convenable. Type de sol pour la culture maraîchère rhodanienne soumis à l'irrigation.

Deuxième exemple d'examen d'un sol

Lieu de prélèvement : sol salin pris dans les Sansouïres de Barcarin (Camargue).

	I 0 à 20 cm	II à partir de 20 cm.
I) Analyse physique 0/0		
Colloïdes argileux	4,0	3,0
Limon	26,7	16,0
Sable fin	65,8	70,5
Sable grossier	2,7	9,8
Matières organiques	0,8	0,7
Calcaire total	35,0	36,0
Calcaire du sable fin.....	21,4	27,6
Calcaire du sable grossier.....	0,5	1,4
Argile + limon calcaire.....	13,1	7,0
II) Analyse chimique 0/00		
Azote total.....	0,40	0,36
Indice d'acide phosphorique assimilable (méthode Barbier-Morgan)	6	8
Indice de potasse assimilable (méthode Barbier-Morgan)	100	130
Calcaire actif (Drouineau).....	78	75
Sels solubles à l'eau.....	29,2	10,5
Chlorures en NaCl.....	26,0	9,8
Carbonates solubles	néant	néant
Sulfates	traces	traces
III) Examen minéralogique des sables grossiers	Quartz ferro-magnésiens et micas avec beaucoup d'éléments colorés.	
IV) Type agronomique	Sablo-limoneux.	
V) Type pédologique	Sol salin à chlorures (Solontchak).	

VI) Interprétation : Sol salé impropre à toutes cultures.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre I :

1. — G. BARBIER. — *Dosage rapide de P^2O^5 dans les sols en vue de fixer la fumure.* — Ann. Agr. N° 2 - 1941 - p. 208.
2. — A. DEMOLON. — *La dynamique du sol* (auteur déjà cité). Chapitre VI : Analyse mécanique des sols ; Chapitre X : La réaction des sols ; Chapitre XIII : Les éléments dits « assimilables ».
3. — A. DEMOLON et L. LEROUX. — *Guide pour l'étude expérimentale du sol.* — Paris 1933. — GAUTHIER-VILLARS, Edit.
4. — G. DROUINEAU. — *Dosage rapide du calcaire actif des sols (nouvelles données sur la répartition et la nature des fractions calcaires)* Ann. Agr. N° 3 - 1942 - p. 44.
5. — K. GEDROIZ. — *Analyse des sols* (trad. Allem. de L. FREY, 1926). -- Edit. BORNTAEGER, Berlin.
6. — S. HENIN. — *La nature de la stabilité de la structure d'un sol.* C.R. Acad. des Sciences. T. 218, mai 1944.
7. — L. LASNIER-LACHAISE. — *Sommaire d'Agronomie.* — Encyclopédie paysanne 236 p. — FLAMMARION, édit. Paris 1945 (ouvrage de vulgarisation à l'usage des instituteurs). Chap. V et VI.

CHAPITRE II

La Conservation du Sol

« C'est toujours mieux d'éviter que de guérir
« l'érosion. Les premiers cultivateurs ne l'ont pas
« soupçonné, et ils en ont beaucoup souffert.
« Les pionniers font souvent des erreurs : leurs
« successeurs doivent en profiter et les éviter ».

Sir. J. RUSSELL (13).

La conservation de la terre arable est un problème qui se pose pour la région méridionale française d'une façon presque aussi pressante qu'en Afrique du Nord ou en Espagne. Aux Etats-Unis, cette question est tellement angoissante que l'on a créé un service spécial de la conservation des sols. On estime que l'érosion par les vents et par les pluies, se chiffre par une perte de terre de près de 3 milliards de tonnes par an, ce qui correspondrait à la disparition de 200 fermes de 17 hectares par jour !...

La situation n'est pas si grave en France, elle doit retenir néanmoins notre attention dans le Midi.

La terre est un capital dont l'agriculteur n'est que l'usufruitier et l'expression ancestrale qui figure dans tous nos baux ruraux « entretenir le bien en bon père de famille » prend, dans nos régions, une réelle valeur.

L'agriculteur méridional doit, en effet, songer à « conserver » son sol avant de « l'exploiter ».

La conservation du sol reste donc à la base du plan général d'aménagement d'un domaine agricole.

I. — LE MECANISME DE L'EROSION DES SOLS

L'usure du sol qui va jusqu'à sa disparition complète, n'est qu'une phase du *phénomène général de l'érosion* étudié par les géologues et les géographes. Mais ceux-ci se préoccupent surtout de l'attaque et de la désagrégation des *roches* par le vent, la pluie,

la mer ou les glaciers, ainsi que du transport des éléments détritiques* qui en résulte.

Il est assez curieux de faire remarquer que cette loi inexorable de la nature contribue d'abord à créer un sol avant de le détruire ensuite, puisque c'est au dépens soit des sédiments rocheux désagrégés sur place, soit des alluvions ou des dépôts colluviaux* qu'il peut se former. (Voir première partie : chapitre VI).

Le mécanisme de l'érosion des sols est simple, mais pour le comprendre il ne faut pas perdre de vue le lien étroit qui unit le sol et la plante.

En effet, le sol donne aux plantes leur nourriture et leur possibilité de vivre, les plantes donnent au sol un composant essentiel qui est l'humus et la possibilité de rester toujours en place.

La perte de la couverture végétale constituée par l'horizon humifère du sol, entraîne la perte des autres horizons sous-jacents qui finissent par disparaître jusqu'à la roche originelle, laquelle est ainsi mise à nu dans toute sa stérilité.

Ce mécanisme de l'érosion du sol se produit sous l'action du vent et de l'eau dans des régions généralement accidentées et ayant un climat bien déterminé.

En effet, il faut une irrégularité très nette des facteurs climatiques (vents violents, pluies abondantes et tombant en ondées courtes mais brusques) pour que l'érosion fasse nettement sentir ses effets.

Ce sont les caractéristiques des climats continentaux*, des climats semi-arides et de certains climats tropicaux. En conséquence, en France, le climat méditerranéen, avec son mistral et sa tramontane, avec ses orages violents d'automne, avec son été toujours beau et sec, présente des conditions suffisantes pour faire redouter l'enlèvement du sol, alors que les autres régions françaises, soumises à un climat tempéré avec pluies uniformément distribuées, ont peu à craindre ce terrible fléau.

De plus, la façade méditerranéenne française est assez accidentée ; elle présente des pentes souvent abruptes (Pyrénées-Orientales, Cévennes, plis Pyrénéo-Provençaux, Alpes-Maritimes), créant des micro-climats où l'on observe encore une accentuation de la brutalité des précipitations, du vent, et des écarts de température.

L'intensité de l'érosion (volume de terre enlevée) dépend d'une part, de la quantité d'eau tombée en un temps donné, mais, d'autre part aussi : 1°) du type de sol (importance de sa composition ainsi que celle de sa roche-mère ; état de sa structure, de sa porosité et de sa capacité d'absorption d'eau utile) ; 2°) de la pente du terrain (rôle de relief) et 3°) de la vocation culturale (forestière, agricole, pastorale).

L'étude du profil du sol et des phénomènes qui s'y passent, a donc son intérêt. En effet, la couverture morte organique (horizon Ao des pédologues) a un rôle plus efficace que celui des racines pour éviter l'érosion. Elle empêche la dispersion mécanique de

l'argile par l'eau de pluie, ce qui laisse au sol son pouvoir filtrant sans modifier sa structure.

Le sol, une fois privé de sa couverture morte (1) et de sa couverture végétale (arbres, arbustes, tapis herbacé) et nous en verrons les causes tout à l'heure, est rapidement attaqué par l'eau de pluie.

Bien peu de cette eau s'infiltré dans la terre ; la plus grande partie ruisselle attaquant plus ou moins rapidement le sol suivant la nature de son type génétique.

Si les sols sont légers et s'ils reposent sur des roches-mères ou sur des horizons inférieurs lourds, compacts, l'érosion se fait par « couches ».

Si les sols sont peu perméables, l'érosion se fait par « rigoles ». Celles-ci se multiplient rapidement, entraînant les particules fines et colloïdales de terre qui viennent troubler les eaux jusqu'alors limpides des petits ruisseaux.

Les rigoles se transforment en ravins et on arrive ainsi dans un stade plus avancé du phénomène. Ces ravins ont la forme d'un V là où le sous-sol est lourd, donc plus difficilement attaquable. Ils ont la forme d'un U là où le sol et le sous-sol sont également friables [BENETT et LOWDERMILK (1)].

Finalement le sol disparaît totalement et la pluie tombe sur sa roche-mère durcie, comme sur un toit, emportant définitivement, vers l'aval ou vers la mer, les limons et les sables, restes maintenant inactifs de ce qui fut jadis, en amont, un sol fertile.

Le vent, de son côté, agit d'une façon tout aussi néfaste sur le sol privé de sa couverture végétale. La perte de la matière organique de la terre arable a comme conséquence, de modifier sa structure qui devient labile. Il y a destruction des agrégats et formation d'une poudre facilement enlevée par le vent.

Ainsi cette modification de la composition agrologique, conséquence de la perte des matières humiques de la couche arable, non seulement favorise l'érosion proprement dite, mais encore enlève au sol, avant même qu'il ne soit complètement disparu, les bases de sa fertilité (matière organique, structure, pouvoir absorbant). Il s'agit là, en somme, d'une phase préliminaire de l'érosion dont nous avons à nous préoccuper particulièrement pour les sols méridionaux de la France.

Ces phénomènes éoliens* d'érosion se passent surtout en régions sèches et plates, sur les grands plateaux dénudés par exemple. Toutefois, l'action du vent se fait sentir dans les zones maritimes du climat tempéré (Landes, Hollande) où l'on a dû prendre des mesures de protection des terrains contre son action.

L'eau et le vent sont donc bien les deux agents actifs de l'érosion. L'homme peut atténuer ou accélérer leurs effets. Nous les étudierons plus loin.

(1) Elle absorbe de 6 à 7 fois son poids d'eau avant saturation et elle pèse jusqu'à 7.000 kgs à l'hectare.

II. — LES CAUSES DE L'EROSION

Les causes de la perte de la couche végétale du sol, puis, de tout le sol, entraînant avec elle un assèchement général de la région (*pertes des profils pédologiques* et hydriques*) sont au nombre de trois, correspondant au cycle sylvo-pastoro-cultural :

1°) *Sylva* : Destruction des forêts (par abattage et par le feu).

2°) *Saltus* : Abus des pâturages (charge trop forte du bétail).

3°) *Ager* : Pratiques de la culture sèche (Dry farming) et de certaines cultures extensives.

Comme il doit y avoir une certaine harmonie, sous un climat déterminé, entre le bois, le pré et le champ, et comme au cours des siècles on passa de plus en plus du premier au dernier, il est naturel de constater dans la destruction des forêts, le point de départ de la dégradation, puis de la perte totale, de certains de nos sols.

La destruction des forêts

Dans la région méditerranéenne, ainsi que nous l'avons vu (première partie, chapitre III) on assiste depuis fort longtemps au mécanisme de la régression de la sylvie originelle. Sous ce climat, elle était à sa limite et l'homme, poussé par ses besoins, a précipité sa destruction par le feu et par le défrichement.

Bien des forestiers, des phytogéographes* et des agronomes ont jeté des cris d'alarme. Avant cette guerre on s'était efforcé d'enrayer le mal en appliquant des techniques forestières (le jardinage en particulier) propres à conserver, dans le « climax* » l'équilibre parmi ce mélange des espèces constitutives de la forêt.

Si l'homme a détruit pareillement les forêts, c'est que le bois fut longtemps pour lui la matière première la plus importante, jouant à la fois le rôle de combustible et de matériaux de construction. Aujourd'hui, non seulement nous lui demandons de remplir de nouveau intégralement ce double rôle, mais encore nous exigeons de lui qu'il nous fournisse du textile, du carburant, du papier, etc... si bien que devant ces immenses besoins, la cognée retentit dans tous les coins de la forêt française.

Son exploitation intensive aura, dans nos régions méditerranéennes, de graves conséquences pour l'activité agricole. Les mesures administratives de replantation que l'on prévoit à partir de 1944, réservent peut-être un avenir lointain, mais n'empêcheront pas, hélas ! les effets du déboisement abusif d'aujourd'hui.

Nous n'insisterons pas ici sur le rôle du feu dans la destruc-

tion des forêts. Ce sujet a été d'ailleurs remarquablement traité, sous toutes ses formes à travers le monde comme à travers l'histoire, par KUHNHOLTZ-LORDAT (9).

Cependant, dans les régions méditerranéennes et particulièrement en Provence, il doit être l'objet de nos préoccupations. En effet, la forêt d'yeuses a fait place de plus en plus à des bois de pins d'Alep, essence essentiellement pyrophyte et l'on constate chaque année, l'extension et l'aggravation des incendies de forêts qui livrent ainsi le sol à l'érosion.

L'abus des pâturages

Dans un pâturage, la qualité de l'herbe qui nourrit l'animal fournit à l'homme du muscle ou de la viande ou du lait.

Les grands pâturages littoraux hébergent les grandes races laitières : bretonne, normande, hollandaise ; les prés d'embouche du Nivernais et du Charollais envoient leur bétail sur les marchés des grandes villes, tandis que les maigres pacages de l'Afrique du Nord ou de Madagascar, ne peuvent alimenter que de petites bêtes de traits.

Le maintien des pâturages est l'un des problèmes les plus difficiles de l'agriculture. Entre son bétail et « son herbe », l'éleveur s'est trouvé dans une situation « tellement critique, qu'il a rarement su ou pu harmoniser la charge de ses prés avec leur composition floristique » [KUHNHOLTZ-LORDAT (9)].

La bonne herbe mal soignée, se raréfie. On essaye alors pour certaines régions de la régénérer par le feu. C'est ainsi que l'on détruit la couverture végétale, et le mécanisme de l'érosion se déclenche si les conditions climatiques et morphologiques sont favorables.

Dans les régions pastorales de l'Australie, l'augmentation de la population animale, par suite de la colonisation, a amené des pertes graves de la végétation et par conséquent du sol. Les plantes ne peuvent pas pousser assez rapidement pour aller de pair avec les déprédations des animaux en surnombre [RUSSELL (13)].

En Provence, les garrigues, pâturées par les moutons et les chèvres, représentent les formes dégradées des bois d'yeuses.

Après le taillis de chêne vert, après la broussaille de chêne-kermès, puis celle de genévrier, de buis et de romarin, et après toute la série de plantes xérophiles* de l'association ouverte de la garrigue (thym, lavande), on arrive à avoir la prédominance de graminées dont la plus répandue est le brachypode rameux, la « baouco » provençale appelée aussi l'herbe à moutons.

Si les feux pastoraux reviennent périodiquement enlevant tout espoir au kermès et à l'yeuse de repousser, cette graminée constitue alors une véritable steppe. Dans le cas trop fréquent où cette lande

est soumise à un pâturage excessif de la part des ovins et des caprins, elle s'appauvrit encore car le bétail modifie la composition floristique des pâturages en choisissant ses aliments et en l'appauvrissant à tel point, qu'il accélère l'érosion. On arrive ainsi au terme ultime de la dégradation de cette steppe avec l'asphodèle, les grandes euphorbes et les chardons.

Nous voyons donc qu'en matière de pâturage, les méfaits du bétail proviennent de la répétition trop rapide de la tonte des herbes ou de la surcharge. Si aucune précaution n'est prise (1), il y aura abus, la régression se poursuivra et l'érosion commencera son œuvre.

Pratiques des cultures sèches (Dry farming) et de certaines cultures intensives

Nous avons vu que l'action de l'érosion est en rapport étroit avec les facteurs climatiques. Plus ils sont intenses ou brutaux, et irréguliers, plus l'enlèvement du sol est rapide.

D'autre part, les cultivateurs de ces régions doivent adopter certaines pratiques culturales pour lutter contre ces excès climatiques, en particulier la sécheresse estivale. Elles s'apparentent au « Dry Farming » et ne sont malheureusement pas faites pour aider à combattre les effets de l'érosion.

En effet, les labours superficiels fréquents et les binages répétés, qui sont à la base de cette technique, suppriment d'une part, les mauvaises herbes qui absorbent inutilement les aliments et surtout l'eau, au détriment de la plante cultivée, et, d'autre part, ces façons culturales maintiennent la surface du sol meuble et évitent, la montée de l'eau vers la surface du sol et sa perte par évaporation.

Mais tous ces travaux culturaux, pourtant indispensables, favorisent malheureusement l'action de l'érosion par le vent et les pluies, car ils laissent le sol nu, sec et très pulvérisé en surface.

« Les cultures sèches et l'érosion, sont des compagnons indésirables » [J. RUSSELL (13)].

III. — LES EFFETS DE L'EROSION

Les effets de l'érosion se font sentir non seulement sur les lieux même de l'enlèvement du sol, mais aussi dans les régions plus lointaines, là où se déposent les matériaux arrachés.

Ainsi dans un bassin hydrographique, on aura :

(1) Voir Chapitre VII : l'Aménagement des garrigues.

1°) *en amont*

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a) <i>la destruction partielle ou totale du sol.</i> b) <i>la modification du régime des eaux et le tarissement des sources.</i> | } | pertes des profils
pédologiques et
hydriques. |
|---|---|---|

2°) *en aval*

- a) *l'aggravation des inondations.*
- b) *la modification des sols par colmatage (apports de sables, de graviers et de limons).*
- c) *l'enlissement des canaux d'irrigation et des roubines d'écoulement.*
- d) *l'ensablement des cultures par le vent.*

En France méditerranéenne, on aura à craindre les méfaits des crues subites du Tech, de Tet, de l'Aude, de l'Orb, de l'Hérault, du Vidourle, du Gard, de la Cèze, de l'Ardèche, du Rhône, de l'Ouvèze, de l'Aigue, de la Durance et de ses affluents, du Var, etc.

Les inondations déjà si redoutables de ces cours d'eau méridionaux deviendront de plus en plus fréquentes et de plus en plus graves du fait du déboisement et elles viendront menacer l'agriculture florissante de nos basses plaines irriguées.

Ainsi nous assistons, d'une part, à la destruction de richesses dans nos collines, destruction irrémédiable puisque le peu de sol qui les recouvrait est parti et qu'il ne peut plus se former dans les conditions actuelles, et, d'autre part, à la destruction par les inondations et le limonage d'autres richesses dans nos vallées (vignobles, primeurs, céréales, arbres fruitiers, etc.).

Sans avoir à redouter les effets véritablement catastrophiques de l'érosion tels qu'on les constate aux Etats-Unis, les cultivateurs provençaux et languedociens ont le droit de s'émouvoir, car c'est l'avenir de leur sol, de leur bien qui est en jeu, ce sol que les efforts séculaires et la sagesse de leurs ancêtres ont pu conserver tant bien que mal. En effet, il y a lieu de faire remarquer que si l'homme n'est pas dépassé par ce phénomène redoutable, il peut, par son ingéniosité, en profiter même : c'est ainsi qu'il utilise, dans le Bas-Rhône, comme nous le verrons plus loin, les limons que charrie la Durance et qui proviennent des terrains de son bassin supérieur, pour colmater et améliorer les sols peu épais des garrigues du Comtat-Venaissin (par le canal de Carpentras) et de la Crau (par le canal de Craponne), sols déboisés et soumis à l'érosion éolienne du mistral.

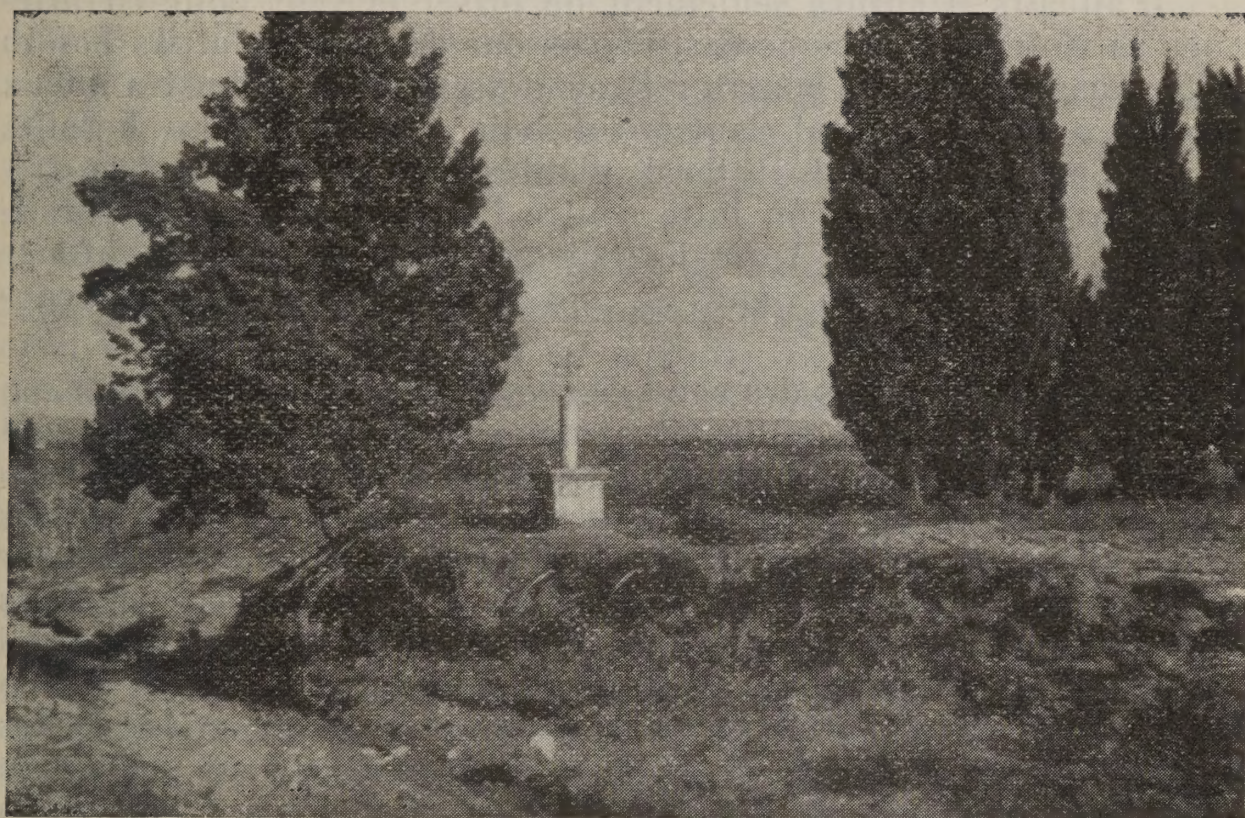
Signalons aussi la très vieille pratique que l'« enlimage » en Provence et qui consistait, quand les pentes étaient encore boisées, à recueillir dans les fossés le terreau des bois et le limon léger qui servaient à fumer les terres de cultures situées en contre bas [GIRARD (7)].



(Photo de l'auteur).

L'EFFET DE L'EROSION SUR LA MOLLASSE SABLEUSE

Dans le midi de la France l'érosion par le vent et par les eaux se fait nettement sentir non seulement sur les sols, mais même sur certaines roches-mères tendres, comme la mollasse, ainsi que le représente cette photographie prise dans le Nyonsais.



(Photo de l'auteur).

PAYSAGE DE LA VALLEE DU RHONE

La plaine du Rhône est caractérisée par ces grands cyprès faisant dans la campagne des lignes sombres orientées face au mistral et protégeant les cultures. La photographie est prise aux environs de St-Laurent-des-Arbres (Gard) dans une zone de sol sableux, meuble où les effets de l'érosion par les eaux s'observent au premier plan.

IV. — LES MOYENS DE LUTTE ET DE CONTROLE

Contre le vent on emploie en Provence, pour protéger les cultures, les haies de cyprès, de thuyas et des abris confectionnés avec des cannes de Provence sèches (*arundo donax*). Il y aura lieu d'étendre ce procédé pour protéger non les cultures, mais le sol lui-même, contre les actions de l'érosion éolienne dans les zones dangereuses, notamment celles où l'on trouve les sols squelettiques sableux, en pente et labourés.

D'ailleurs il suffira seulement de briser le vent pour en atténuer sa violence ; dans ce cas, l'épaisseur des abris n'a pas besoin d'être aussi dense. On pourra utiliser des arbres ou arbustes mieux adaptés à ce type de sol (laurier-tin, buis, romarin, chêne kermès, etc...). Sur les sables du littoral, plantés en vignes françaises (région d'Aigues-Mortes), on lutte contre l'érosion éolienne en pratiquant « l'enjoncage ». Après les labours de printemps, on enfonce entre chaque rangée de vignes au moyen de disques, des jones coupés qui fixent le sable.

— Contre les effets des eaux de ruissellement sur les pentes, on pratique depuis deux millénaires, dans la vallée rhôdaniennne et dans tout le Midi, les cultures en terrasses appelées « faysses » dans le Bas-Vivarais, et « restanques » en Provence. Ces terrasses sont soutenues par des murs en pierres sèches que l'on trouve sur place, depuis les granits des banquettes de l'Hermitage jusqu'aux dalles en grès des restanques du Var. Certains de ces murs, qui d'ailleurs, sont fort bien construits, résistent très longtemps et l'on voit en Provence, de nombreuses restanques abandonnées ; elles étaient jadis cultivées en vignes ou oliviers et elles sont peu à peu envahies par le pin d'Alep. Nous avons affaire à un bois post-cultural qui a pu facilement s'installer, car le *sol est fixé par ces terrasses* ; cette essence forestière se maintient même si quelques murs de soutien s'écroulent, car l'arbre, alors, est là pour diminuer les risques d'érosion.

Grâce à ce moyen, on a pu ainsi passer, sans aléas, du stade cultural au stade sylvicole, ce qui n'est certes pas toujours réalisable dans le midi méditerranéen.

En Roussillon, l'inspecteur général des Ponts et Chaussées QUESNEL, propose, pour diminuer le débit et la durée des crues aux points critiques (écrêtement des ondes de crue) les moyens préventifs suivants : barrages d'arrêt dans toute la partie basse et étranglée des cluses rocheuses, interdiction de toute culture ou plantation arbustive dans les lits majeur et mineur. Enfin la forêt produira indubitablement dans ces régions si souvent dévastées un « salutaire effet de ralentissement des eaux et de prolongation de la durée d'écoulement ». [De Boixo (2)].

— Les méthodes culturales utilisées pour lutter contre la longue sécheresse estivale (Dry farming) ne sont pas recomman-

dables, ainsi que nous l'avons dit, pour nous aider à combattre les effets de l'érosion.

On peut obvier en partie à cet inconvénient en opérant les labours sur les pentes, suivant les lignes de niveau. PIEDALLU (12), préconise l'emploi de l'explosif agricole, l'eau au lieu de raviner, s'infiltre dans le sol devenu meuble et fissuré. BOUSSINGAULT (5) conseillait purement et simplement, l'engazonnement, pratique culturale bien difficile à concevoir pour nos sèches collines provençales !

Voici une méthode mixte essayée avec succès par CHAPTAL (16) (Station d'oléiculture de Bel-Air à Montpellier) et qui nous paraît être la solution la plus favorable et la plus réalisable par les temps actuels et pour nos régions méridionales.

Il s'agissait de protéger une plantation d'oliviers située en pente (10 cm. par mètre) sur un sol squelettique sur marnes bleues de l'Aquitainien* et qui était périodiquement ravinée par les eaux de ruissellement.

On a semé du lotier corniculé en bandes de niveau dans un interligne sur deux de la plantation d'oliviers. L'interligne non occupé par le lotier recevait de nombreuses façons culturales perpendiculairement à la pente et l'on y enfouissait le fourrage récolté dans l'autre rangée d'oliviers. On intervertissait les deux rangées d'interligne quand le rendement en lotier commençait à fléchir. Le résultat, vis-à-vis de l'érosion, fut des plus satisfaisants ; aucun ruissellement ne se produisit. Ainsi, cette méthode de culture comprenant une jachère travaillée, avec enfouissement d'engrais vert obtenu en culture intercalaire (oliviers ou arbres fruitiers) nous paraît des plus recommandables. Elle permet de lutter à la fois contre les effets de la sécheresse et de l'érosion. De plus, elle a l'avantage d'accroître la stabilité structurale du sol en élevant la teneur en matières organiques, toujours déficiente dans nos sols méridionaux. Elle permet aussi d'avoir du fourrage supplémentaire en année de disette.

On pourra remplacer dans certains types de sols squelettiques (sableux des mollasses* ou des grès) le lotier par les vesces, les gesses et la erse lentille.

On aura toujours intérêt dans la région du Bas-Rhône, à prévoir une rotation avec des cultures de repos — les légumineuses notamment. — On se rapprochera ainsi de l'antique assolement provençal qui consistait à cultiver fort judicieusement d'ailleurs, les fèves (récoltes des graines et enfouissement des tiges) suivies d'un blé, le tout sous le feuillage léger des vieux oliviers.

— Enfin dans ce programme concernant la protection des sols du midi de la France, il faut réserver une place importante à la pédologie* car l'étude des types de sols, des variations de leur profil, nous permettra de déceler les premiers signes de l'érosion.

On pourra, en effet, parfaitement percevoir soit les premiers symptômes de dégradation des sols, soit au contraire ceux de leur

formation. On opérera ainsi un contrôle très précis de ce phénomène et on pourra même essayer de le cartographier.

Dans le premier cas, la perte de l'horizon humifère superficiel, le lessivage de la chaux, le déplacement de certaines bases (magnésie par exemple) et des colloïdes argileux du sol, la migration du fer, nous seront très utiles à connaître.

Dans le deuxième cas, on tâchera de trouver une preuve de la plus ou moins grande rapidité de la formation du sol, par la présence, par exemple, de restes préhistoriques ou de ruines archéologiques. (Il s'agit de la genèse rapide de sols phytogéniques, c'est-à-dire, due à la végétation).

En voici pour la région du Bas-Rhône, quelques exemples :

— a) Au col de l'Homme-Mort, dans les Cévennes, MARCELIN a découvert une station *néolithique* sous la couche d'humus alpin.

— b) A Barbégat (près d'Arles), on trouve un sol de rendzine* daté (sol humifère calcaire) recouvrant une ancienne minoterie romaine.

— c) En Provence (Nîmes, Arles, Vaison, etc...) tous les monuments romains sont en contre-bas de un mètre par rapport au niveau du sol actuel (limons éoliens* ou colluviaux*).

— d) Au Ventoux, on assiste nettement à la formation d'une rendzine* sous la plantation de cèdres qui date seulement d'une soixantaine d'années, alors qu'avant ce reboisement, la pierraille calcaire était à nu.

D'une façon analogue, la phytogéographie* peut nous donner, en maintes circonstances, d'utiles renseignements sur l'évolution des différentes phases du phénomène de l'érosion du sol.

C'est ainsi qu'en Provence, le déboisement et les incendies de forêts qui accentuent, d'années en années, la disparition du tapis végétal et le dessèchement progressif du climat, laissent entrevoir l'installation définitive du « *Quercetum cocciferae* » (association du chêne kermès) considéré, jusqu'à présent, comme un simple stade de dégradation du « *Quercetum ilicis* » (association du chêne vert).

Cet étage du chêne kermès deviendrait ainsi, à la place de celui du chêne vert, une nouvelle association climatique avec sa phase éventuelle de dégradation, le « *Brachypodietum ramosi* » (pelouse à brachypode rameux).

MOLINIER (11) relate que les prémices d'une telle évolution, sont déjà très sensibles sur les chaînes les plus littorales de la Provence, notamment dans la Nerthe.

Signalons, enfin, un dernier mode de destruction des sols et de modification du profil hydrique : l'action des bombardements aériens aux endroits où la densité des entonnoirs (de 5 à 7 m. de profondeur et de 12 m. de diamètre) est venue complètement boule-

verser le sol et sa roche-mère en les dispersant souvent à tous les vents.

Le substratum, de nature différente est remonté à la surface, la nappe phréatique a été mise à jour. Ici également une étude pédologique* de la propriété sera nécessaire pour éviter des erreurs graves dans la remise en état des lieux [BORDAS et LIDOYNE (4)].

Tels sont les moyens de contrôle et de lutte contre l'érosion des sols du midi de la France que nous avons à notre disposition. Bien des améliorations peuvent être encore recherchées, mais il est néanmoins grand temps, en bien des endroits, de se mettre à l'œuvre et d'agir.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre II :

1. — H. BENETT et W. LOWDERMILK. — *Aspects généraux du problème de l'érosion du sol.* — Soils and men. Yearbook of agricult. 1938 United states of agricult.
2. — de BOIXO. — *La question des inondations en Roussillon.* — Progrès agr. et vitic. Montpellier juin à sept. 1945.
3. — J. BORDAS. — *Le Problème de la conservation du sol.* — Bull. Soc. Etude Sc. Natur. de Vaucluse, Avignon 1944.
4. — J. BORDAS et A. LIDOYNE. — *Exemple de destruction d'un sol de culture par les bombardements aériens.* — C.R. de l'Acad. d'Agric. 31 oct. 1945, Paris.
5. — J.B. BOUSSINGAULT. — *Economie rurale considérée dans ses rapports avec la chimie, la physique et la météorologie.* — Tome I. — 2^{me} Edit. Paris 1851. — BECHET jeune, Edit. p. 652.
6. — CHAPTAL. — *Un essai de protection contre l'érosion du sol d'une plantation d'oliviers.* — C.R. Ac. d'Agr. N. 13 - 1942, p. 497/99.
7. — J. GIRARD. — *Contributions à l'histoire de l'Agriculture dans le Comtat-Venaissin.* — Bull. Soc. Etude Sc. Natur. de Vaucluse N° 1 et 2, 1940.
8. — G.V. JACKS et R.O. WHYTE. — *L'usure de la terre.* — 1 Vol. 314 p. FABER et FABER, Londres 1939.
9. — G. KUHNHOLTZ-LORDAT. — *La terre incendiée.* — Essai d'Agronomie comparée. — BRUGUIER, Edit. Nîmes, 1939.
10. — E. de MARTONNE. — *Traité de Géographie physique* (auteur déjà cité).
11. — R. MOLINIER. — *La végétation du Lubéron.* — Le « Chêne » N° 45 1938 (auteur déjà cité).
12. — PIEDALLU. — *Explosif et Agriculture.* — Ann. Agr. 1932, p. 384. *L'Explosif Agricole en Bretagne.* — Ann. Agr. 1934, p. 93.
13. — J. RUSSELL. — *L'érosion du sol.* — Ann. Agr. 1939, p. 539.
14. — SCAETTA. — *L'érosion et la préservation du sol.* Revue Bot. appl. et Agron. tropic 1938 203/505.
15. — SCHOELLER. — *La protection des sols contre l'érosion.* — La Tunisie Agricole, 1937, p. 177/197.

CHAPITRE III

L'Aménagement agricole des Eaux

« Il faut, suivant le vieux conseil d'OLIVIER
« de SERRES : Que les eaux arrivent partout et
« ne stagnent nulle part ».

(Théâtre de l'Agriculture et Mesnage des Champs).

L'eau est certainement le premier aliment des plantes et la formule de GASPARIN prend, dans le Midi, toute sa valeur :

$$\text{Chaleur} \times \text{Humidité} = \text{Végétation}$$

Entre ces deux éléments, il faut donc un équilibre judicieux pour obtenir des récoltes abondantes.

Si on a beaucoup de chaleur et pas d'eau, on arrive au désert ; un excès d'humidité, au contraire, conduit au marécage.

Dans ces deux cas extrêmes, l'homme, luttant contre les excès de ces facteurs climatiques, peut arriver à rétablir l'équilibre nécessaire en *irrigant* d'une part, et en *drainant* d'autre part.

§ 1. Assainissement

Nous avons vu que sous le climat méditerranéen les précipitations atmosphériques sont très inégalement réparties suivant les saisons. L'intensité des pluies dépasse souvent la capacité d'absorption par certains types de sol ainsi que les besoins des cultures.

La situation topographique joue aussi un rôle important, car aux pluies tombées directement sur le sol viennent s'ajouter les eaux de ruissellement et nous avons vu que dans certaines zones, l'érosion les rend redoutables (1). Ces eaux s'accumulent alors dans des cuvettes ou petites dépressions parfois même situées sur des plateaux ou en montagnes. Si l'écoulement de ces eaux est lent, elles séjournent trop longtemps sur le terrain et elles deviennent

(1) 2^{me} Partie. — Chapitre II.

nuisibles tout au moins pendant la période où l'évaporation ne fonctionne que faiblement (automne et fin de l'hiver surtout).

Une terre humide est froide (inapte par conséquent à la culture de certaines primeurs). Elle est mal aérée, elle retarde ou empêche l'activité microbienne ; elle peut être le siège de phénomènes de réduction (asphyxie) et donne naissance enfin, à une végétation spontanée spéciale — joncs, roseaux, carex, etc... — dont on a du mal à se débarrasser.

Si surprenant que cela puisse paraître, ces conditions se rencontrent encore assez souvent dans le Midi et notamment dans la région du Bas-Rhône. C'est pourquoi, dans certains cas, on doit envisager l'évacuation des eaux en excès au moyen de drains souterrains, de fossés ouverts, de roubines et de canaux collecteurs d'assainissement, et cela parfois dans des zones très sèches en été.

C'est ainsi que nous rencontrons des étangs hivernaux sur les terrasses « sèches » à cailloux roulés reposant sur une argile (cas de la Costière du Gard, par exemple) ; un phénomène analogue se rencontre dans les garrigues calcaires où certains petits bassins fermés (dolines* ou poljés*) colmatés par l'argile rouge remaniée, sont inondés chaque hiver et présentent une végétation caractéristique des bords d'étangs (plateau de Saint-Christol, garrigue nîmoise, etc...).

Les travaux d'assainissement constituent la première étape de l'aménagement d'une propriété. Il ne faut pas oublier lorsqu'on prend possession d'une ferme de bien examiner les différentes parcelles de terres et de voir leur comportement en hiver et en été (variation du profil hydrique) de façon à prendre, en toute connaissance de causes, les mesures appropriées. On ne devra pas hésiter à faire effectuer un drainage si cela est nécessaire. D'ailleurs ces travaux d'évacuation d'eaux en excès, peuvent être suivis par l'amenée d'eau d'irrigation pour lutter contre la sécheresse estivale. Drainage et irrigation dont nous allons parler, sont deux opérations qui ne sont pas contradictoires dans la région du Bas-Rhône. Au contraire, il n'y a pas d'arrosage des terres qui soit profitable sans un assainissement préalable.

Les études de drainage sont entreprises par le service du Génie Rural. Elles sont faites en tenant compte des profils pédologiques* et hydriques, en essayant autant que possible de déterminer avec précision le bilan hydraulique (eaux de pluie et de ruissellement, eau en réserve du sol, eau utilisée par les plantes et eaux évaporée). En pratique les caractéristiques d'un réseau de drainage (distance du sol à laquelle on doit faire descendre le plan d'eau, profondeur et écartement des drains) sont calculées au moyen de la formule de PORCHET qui tient compte de la vitesse de filtration (coefficient K) et de la hauteur capillaire du terrain.

Les travaux de drainage modifient les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Leur application est recommandée non seulement dans les contrées humides ou semi-humides, mais aussi dans celles où l'on pratique l'irrigation sur des terrains peu

perméables [prof. DISERENS (3)]. La combinaison de ces deux techniques d'hydraulique agricole permet de régler à volonté, dans certaines installations, le niveau de l'eau dans le sol. Un tel système fonctionne dans le delta de l'Aude (Domaine de la Prairie à Narbonne).

Pratiquement tous ces travaux d'amélioration consistent : 1°) dans l'assainissement *général* par réseaux de fossés d'écoulement procédé à la charge d'une collectivité, contrôlé par l'Etat (Génie Rural), et 2°) dans l'assainissement *local* des champs au moyen de tuyaux de poterie, à la charge du propriétaire.

L'entretien de ces ouvrages d'assainissement des terres, drains, roubines, canaux d'évacuation, etc... par les propriétaires ou les associations syndicales est une chose primordiale. Leur abandon ramène automatiquement, dans certaines régions et en peu d'années, des surfaces jadis cultivées à l'état de friches ou de marécages. C'est uniquement pour cette raison, ainsi que nous l'avons déjà signalé, que plusieurs milliers d'hectares sont actuellement improductifs dans la région du Bas-Rhône : 3.000 hectares dans l'ancien marais des Baux, plus de 1.000 hectares dans la zone redevenue marécageuse et salée au sud de Beaucaire et 2.000 hectares environ dans les paluds de Noves, de Saint-Rémy-de-Provence et dans l'ancien étang de Pujaut. Ce sont là des exemples démonstratifs, et la remise en état par le Génie Rural des ouvrages d'assainissement qui existent et qui fonctionnaient jadis, permettra de revaloriser à peu de frais, relativement, des terrains dont certains portaient encore avant 1914, des cultures florissantes.

§ II. — Irrigation

Dans le midi de la France, l'irrigation est une mesure indispensable de protection contre les excès de sécheresse du climat méditerranéen.

Nous allons examiner quels sont les moyens dont l'agriculteur peut disposer pour arroser les terres de son domaine et de quelle façon il doit s'en servir.

L'agriculteur provençal peut s'alimenter en eau soit *collectivement* par les différents canaux d'irrigation qui sillonnent le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône, soit *individuellement* par des puits artésiens, par pompage dans la nappe phréatique* au moyen de l'antique noria à godets, au moyen de pompes mues par le vent ou par des moteurs électriques ou à essence.

(Observations sur les puits - Voir plus loin au § III de ce chapitre).

Cette eau sera utilisée, ainsi que nous le verrons, soit par aspersion, soit par voie superficielle, soit par voie souterraine (dans certains cas particuliers). Mais au préalable, l'agriculteur aura à se rendre compte si l'irrigation est techniquement possible dans son exploitation.

Aptitude d'un sol à l'irrigation

On a creusé de nombreux canaux qui ont coûté fort cher pour arroser des terres, sans se préoccuper, la plupart du temps, si leur constitution physique les rendait propres à l'irrigation. Le propriétaire d'un domaine doit donc, au préalable, être renseigné d'une façon précise sur cette importante technique, surtout s'il a l'intention d'engager des frais, toujours élevés, d'amenée d'eau et de nivellement du terrain. Il devra avoir recours au service du Génie Rural qui fera sur place, les essais de perméabilité du sol (vitesse de filtration) qui ont pour but de renseigner l'agriculteur, compte tenu de l'étude pédologique*, sur l'aptitude de sa terre à l'irrigation. La perméabilité d'un sol en place dans la région du Bas-Rhône, est susceptible de varier dans la proportion de 1 à 500, soit de 0,1 cm à 50 cm. En effet, un sol trop argileux ne se laisse pas pénétrer par l'eau, il est donc impropre à l'arrosage ; de même un sol sableux laissera passer trop rapidement l'eau vers le sous-sol sans profits et même en entraînant, par ce véritable lessivage, tous les éléments solubles utiles aux plantes.

Entre ces deux cas extrêmes, à exclure, il y a toutes les variantes, et la mesure de vitesse de filtration nous donnera des renseignements utiles pour déterminer le module d'eau que l'on devra employer pour arroser, dans un temps donné, une surface déterminée. Dans ces conditions, on conçoit toute l'importance de cette détermination dans un projet d'irrigation ; c'est pour avoir méconnu ce principe qu'on a subi de graves échecs.

D'autre part, cette donnée devra être en rapport également avec les possibilités hydrographiques du bassin fournissant l'eau à la propriété. C'est ainsi que pour la basse vallée du Rhône, la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation a pour valeur moyenne un débit continu de un litre par seconde et par hectare, mais en fait, en période de sécheresse estivale, il fléchit jusqu'à 0 l. 60 et même 0 l. 50. Ce dernier chiffre est un minimum rigoureusement indispensable pour assurer des récoltes normales.

En général, pour pouvoir irriguer des terres, le propriétaire doit procéder à une régularisation de la surface de façon à permettre la circulation régulière de l'eau d'arrosage. Ces travaux présentent plus ou moins de difficultés suivant la situation topographique du terrain. Le prix de revient d'un nivellement est actuellement très élevé, de l'ordre de 15.000 à 20.000 francs l'hectare. Le service du Génie Rural auquel l'agriculteur devra encore s'adresser, établira un plan de nivellement. Généralement on divise la surface à irriguer en *clos*, de superficie variable suivant le relief et les cultures que l'on veut entreprendre. Cette division a pour but d'éviter, dans le nivellement du terrain, un grand transport de terre, et de ne pas trop mélanger les horizons du profil pédologique*.

Les limites de ces clos servent de passage aux chemins, aux

différents fossés d'écoulement et aux canaux d'arrosage ; ces derniers sont naturellement placés sur les parties hautes de l'ensemble de la parcelle et les écoulements dans les parties les moins élevées. Le principe du nivellement consiste à choisir une ligne de base et on opère sur des perpendiculaires à cette ligne à l'aide de points formant quadrillage ; on trace à l'aide de ce plan coté, les courbes de niveau ; on divise ensuite en clos.

Certains praticiens pensent pouvoir dans certains cas, se passer du nivellement des terres (arrosage par submersion). On met alors une certaine quantité d'eau dans le champ, de façon à ce qu'elle couvre le quart du clos, si celui-ci est d'un hectare. En se servant de la ligne indiquée par le bord de la flaque d'eau, on détermine le tracé approximatif du bourrelet. Au-delà de ce bourrelet, on met alors une nouvelle quantité d'eau qui couvre une autre tranche (2^{me} quart) et l'on trace un deuxième bourrelet, ainsi de suite.

Les canaux d'irrigation

Les premiers canaux d'irrigation datent, dans la région du Bas-Rhône, de l'époque romaine. C'est ainsi qu'il nous reste le réal de Châteaurenard-de-Provence et le canal de la Sorgue, en Avignon. Mais presque tous ces canaux disparurent ; toutefois, ce fût très tôt dans l'histoire de cette région, que cet important problème de l'eau s'imposa à ses habitants et certains canaux encore en service, datent du XI^{me} siècle. Mais leur destination initiale n'était pas agricole ; l'eau de ces canaux, en effet, faisait fonctionner des moulins qu'un monastère ou une communauté construisait après avoir obtenu du seigneur, le droit de dériver une partie de la rivière dans un bief. Plus tard seulement, les riverains sollicitèrent l'autorisation d'utiliser l'eau, en aval des moulins, pour arroser leurs jardins. Tel fut le cas de la Sorgue dans la plaine du Comtat-Venaissin et la première concession pour l'arrosage date de 1101 !

Au XIII^{me} siècle, on songea alors à dériver l'eau de la Durance pour actionner des moulins et arroser les environs d'Avignon (canal de la Durançole). Pour la première fois, les eaux de la Durance, si dévastatrices au moment des crues, jouaient un rôle bienfaisant vis-à-vis des riverains. Alors successivement au cours des siècles suivants, dans les périodes de calme où les hommes ne se déchiraient pas entre eux, et où ils avaient le loisir d'améliorer leur bien-être, de nombreux canaux d'irrigation prirent naissance sur les deux rives de la Durance et vinrent féconder les vastes plaines du Comtat et de la Provence.

Toutefois, il faut arriver au XVII^{me} siècle pour que l'on aborde réellement des travaux d'intérêt général et le nom d'ADAM DE CRAPONNE, reste attaché à l'une des plus grandes réalisations de l'époque, celui de l'irrigation d'une partie de la Crau, alors entièrement désertique et dont parle, en ces termes, le célèbre NOSTRADAMUS :

« Les eaux viennent à Salon à l'usage d'innombrables plaisants et fructueux arrosements qui furent construits et levés par mil branches, ruisselets et saignées du maître et principal fossé ».

C'est cette œuvre que la Compagnie Nationale du Rhône se propose de poursuivre aujourd'hui, mais sur des bases différentes puisqu'elle n'utilisera plus les eaux limoneuses et colmatantes (1) de la Durance (qu'on continuera à envoyer par contre à Marseille pour l'alimentation en eau potable !), mais celles que l'on puisera soit dans le Rhône, soit dans la nappe souterraine de la Crau. Dans ce dernier cas, les eaux seront plus froides et plus limpides.

Le siècle dernier a vu s'achever ces grands canaux régionaux comme celui des Alpes, celui de Pierrelatte (le seul qui prend l'eau au Rhône) et enfin, celui de Carpentras, un des derniers construits (1851), quoique conçu dès le XV^{me} siècle. Durant ces trois cents ans, se déroulèrent pour la construction de ce canal une longue série d'efforts, de luttes incessantes, de procès même, pour aboutir enfin à l'utilisation rationnelle des eaux fertilisantes de la Durance, ce « Nilus alter » qui est la devise du canal de Carpentras.

A l'heure actuelle, 18 canaux principaux avec tout leur réseau de rigoles de distribution et d'arrosage, de colature, arrosent, en évacuant l'excès d'eau, dans les départements du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, près de 60.000 hectares consacrés aux cultures maraîchères, fruitières et aux prairies artificielles (2). L'agriculteur qui fait partie d'une des associations syndicales de ces canaux, reçoit l'eau à l'entrée de sa propriété au moyen de vannes ou martellières placées dans une cuvette en béton et dont l'ouverture est variable avec le débit de la filiole. L'arrosant reçoit en général l'eau une fois tous les sept jours, demi pour les prairies et une fois tous les trois jours, trois quarts pour les cultures.

L'agriculteur peut utiliser les techniques suivantes pour arroser les terres :

1°) Irrigation par aspersion

L'eau est répandue à la surface du sol sous forme de pluie. Cette méthode n'est utilisée dans le Midi que pour donner de l'eau au moyen d'un arrosoir aux semis sous châssis. Elle présente certains inconvénients dont nous reparlerons et l'agriculteur aura intérêt à utiliser, dans le cas particulier, l'irrigation souterraine (voir plus loin).

(1) La Durance charrie jusqu'à 10 kgs de limon par m³. D'après MUNTZ et LAINE, on atteindrait le chiffre de 20 millions de tonnes par an.

(2) Le Gard déshérité jusqu'alors au point de vue irrigation voit actuellement se réaliser, dans le plan d'aménagement du Rhône, le projet d'irrigation de la vallée de la Tave [Première tranche (côte 60) prévoyant l'arrosage d'environ 2.000 ha].

2°) Irrigation superficielle

C'est le mode d'arrosage couramment employée dans la région du Bas-Rhône soit que l'on utilise l'eau provenant du réseau de canaux dont nous venons de signaler l'importance et la grande utilité, soit que l'agriculteur puise le précieux liquide dans le sous-sol de son domaine.

On arrosera les prairies par la méthode des rigoles obliques aux courbes horizontales du terrain (méthode des calants provençaux) et les cultures maraîchères, à la raie, c'est-à-dire au moyen de rigoles parallèles limitant les étroites planches qui portent les cultures.

Nous n'insisterons pas sur ces techniques d'applications qui ne sont pas des aménagements de base et le lecteur trouvera dans la bibliographie de ce chapitre, toutes les références utiles.

Signalons enfin, que l'arrosage par submersion est utilisé pour certaines cultures, rizières et vignobles à plants français ; le sol étant soumis par cette méthode à des conditions asphyxiantes, on peut ainsi lutter efficacement contre le phylloxera.

3°) Irrigation souterraine

Théoriquement, c'est la méthode la plus logique, la plus rationnelle, mais vu son prix élevé d'installation, elle ne peut être conseillée que pour l'arrosage de cultures de luxe très rémunératrices ou celui des semis sous châssis, par exemple.

Poursuivant les recherches de PERALTA et de KORNEFF, la Station de Recherches Agronomiques d'Avignon [BORDAS et MATHIEU (2)] a mis au point, après la première tentative d'A. GAUTHIER, dans le Bas-Languedoc, une méthode assez simple permettant d'utiliser pratiquement l'irrigation souterraine (système dit de Cavailon). Elle consiste à envoyer périodiquement de l'eau dans des canalisations souterraines qui sont constituées par de simples tuyaux de drainage en poterie ordinaire qui partent de la rigole servant à l'arrosage superficiel.

Ces tuyaux, pour les terres limoneuses des vallées du Rhône et de la Durance, sont placées à une profondeur de 40 cm et sont distants de 2 mètres au plus ; on arrose en utilisant une tranche d'eau de 50 m/m, tous les sept ou huit jours en moyenne. Ces données correspondent à un volume de 500 mètres cubes d'eau par hectare par arrosage et à un débit fictif et continu de 0 l. 75 environ par hectare et par seconde.

Les avantages de l'irrigation souterraine sur l'irrigation superficielle sont les suivants :

— Meilleure utilisation des propriétés physique, chimique et biologique des sols. (L'irrigation interne, plus encore que l'arrosage

superficiel, accroît l'aération du sol et provoque, par un drainage convenable, une épuration des terres).

— Economie d'eau.

— Réduction des frais de main-d'œuvre (moins de travaux culturaux de nettoyage, la surface du sol restant sèche, meuble et privée par conséquent de mauvaises herbes).

— Economie d'engrais (utilisation plus rationnelle des éléments fertilisants, surtout à l'état soluble).

— Plus-value sur les bénéfices, grâce à l'obtention de produits plus précoces et augmentation des rendements des récoltes, ainsi obtenues.

Arrosage des jeunes arbres

Nous signalons ci-après, un procédé simple pour l'arrosage des arbres d'un petit verger. Il s'agit d'une variante du système d'irrigation interne. Au moment de la plantation on établit dans le trou, à 50-60 cm de profondeur, un petit lit circulaire de gros graviers sur lequel aboutissent verticalement deux tuyaux de drainage placés symétriquement, par rapport à l'arbre et dépassant légèrement la surface du sol. Par l'orifice supérieur, on verse de l'eau qui arrive ainsi directement aux racines de l'arbre que l'on a planté ; on évite de cette façon la formation de racines trop superficielles et le colmatage de la cuvette d'arrosage, laquelle d'ailleurs devient inutile.

— Ainsi l'étude du profil hydrique des types de sols d'un domaine, en rapport étroit, d'ailleurs, avec les facteurs pluviométriques locaux, nous oblige à prévoir dans certains cas, des améliorations hydrauliques indispensables.

L'électrification des campagnes qui modifie tant les conditions d'existence du paysan à la ferme, lui apporte de plus, pour arroser ses terres, un puissant moyen de travail. En effet :

« A l'époque de la construction des grands canaux d'irrigation, « a été investi un capital élevé mais qui paie largement. Il suffit « d'éviter qu'il ne se perde et de compléter son action par les « moyens modernes plus simples et moins coûteux : pompes « d'appoint réalisés par l'électricité » [G. GORRICHON (3)].

Ce problème de l'aménagement du plan d'eau nous explique encore toute l'importance que l'on doit attacher dans le Midi, à certaines pratiques culturales comme celle du roulage pour provoquer le tallage des céréales. Cette opération bien connue, prend ici une importance particulière. On sait qu'elle a pour but, en augmentant l'enracinement de la céréale, de former des tiges adventives. Mais pour les régions méridionales, ce développement supplémentaire des racines permet d'employer les réserves d'humidité et de profiter au maximum de la tumure de base enfouie à l'automne, tandis que l'emploi d'engrais de couverture favoriserait au contraire un chevelu superficiel qui résisterait mal à la sécheresse (risque d'échaudage).

§ III. — Besoin en eau de la ferme

Une eau abondante et saine est nécessaire aux besoins de l'exploitation. C'est la condition primordiale pour maintenir une bonne hygiène générale, non seulement de l'homme, mais aussi des animaux.

Le cheptel vif sera en meilleur état s'il s'abreuve largement à une eau pure (1). Il ne faut pas oublier que certaines maladies sont d'origine hydrique ; d'autre part, les étables, écuries, porcheries, bergeries, clapiers, poulaillers, doivent être souvent nettoyés et lavés.

Le problème à résoudre est le suivant : connaître la quantité d'eau nécessaire aux besoins de la ferme, savoir où la prendre et également où l'évacuer.

On estime qu'il faut pour une ferme les quantités d'eau suivantes, par jour :

— Pour l'homme (boisson, cuisson des aliments, soins de propreté, nettoyages, etc...) : de 50 à 60 litres par personne.

— Chevaux et bovidés : environ 40 litres par tête.

— Porcs : de 15 à 20 litres par tête.

Moutons : 5 litres par tête.

Il nous semble donc que la quantité d'eau fixée par la circulaire de 1934 du Ministère de l'Agriculture (minimum de 125 litres par habitant) pour les projets d'adduction d'eau des communes rurales, est tout à fait insuffisante.

Le captage des sources afin de mener à bien ces projets d'adduction d'eau sera fait suivant certaines règles qui sont du domaine du Génie Rural.

Les fermes isolées auront recours, pour se procurer de l'eau, surtout aux puits, puits ordinaires qui doivent toujours atteindre la nappe d'eau la plus profonde et puits tubulaires ou instantanés. Ces derniers présentent de grands avantages hygiéniques sur les puits ordinaires car les chances de contamination sont infiniment moindres. Ces puits tubulaires commencent à être assez nombreux dans toutes les plaines du Bas-Rhône et du Bas-Languedoc.

Quelques puits artésiens sont également à signaler dans le Comtat-Venaissin.

Enfin, nous rappelons que dans les régions à calcaire fissuré (Causses, plateaux ardéchois, plateau de Saint-Christol) on doit

(1) Le contrôle chimique et bactériologique peut être effectué par certains laboratoires médicaux et par la Station de Recherches Agronomiques d'Avignon pour la région du Bas-Rhône. Ce contrôle doit être fait en période sèche et après la saison des pluies (Consulter les laboratoires pour le prélèvement des échantillons. Ceux-ci se font au moyen de flacons spéciaux qui doivent être stérilisés et conservés dans de la glace durant le transport au laboratoire).

avoir recours à l'eau de citerne, c'est-à-dire à l'eau de pluie que l'on recueille.

L'emploi des eaux météoriques procurent bien des inconvénients. La quantité en est limitée et la qualité laisse souvent à désirer.

(Pour la correction et l'épuration de l'eau à la campagne, consulter les ouvrages spéciaux - 7).

Le problème de l'eau est loin d'être résolu dans nos campagnes. Nous attirons spécialement l'attention des propriétaires fonciers sur cette question primordiale de l'alimentation en eau potable. Ceux-ci, en effet n'y voient guère qu'un élément de confort de plus, comme la scie mécanique ou l'appareil de T.S.F., alors que l'eau, en dehors de la question de salubrité, a, comme l'électricité, sa place dans la ferme comme *élément de travail*. Il est anormal que le budget d'une exploitation supporte chaque année une perte sèche par les maladies d'origine hydrique du cheptel, et des pertes également de produits, comme le vin, gâché par suite de manque de soins de propreté à la cave.

Il est indispensable que l'eau employée soit *pure* et en quantité suffisante.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre III :

1. — BLANC. — *Les caractères hydrodynamiques des sols.* — C.R. Ac. d'Agric. 1938, N° 4.
2. — BORDAS et MATHIEU. — *La force de succion du sol et l'irrigation souterraine.* — Ann. Sc. Agron. N° 2, 1930.
3. — DISERENS. — *Les moyens permettant de déterminer le mode d'action des travaux d'assainissement.* — Transact. du 3^{me} Congrès intern. de la science du sol. — Oxford 1935, Vol. III, p. 45/69.
4. — G. GORRICHON. — *L'équipement rural en Vaucluse.* Thèse 1940. MISTRAL, édit. à Cavaillon.
5. — G. MATHIEU. — *Contribution à l'étude de quelques rapports entre l'Eau, le Sol et la Plante. Etude d'un procédé d'alimentation souterraine des plantes en eau.* — Thèse Université de Clermont-Ferrand, 1932.
6. — RISLER et WERY. — *Drainage et irrigation.* — Collection de l'Encyclopédie Agricole. BAILLIERE, Edit., Paris.
7. — Professeurs ROCHAIX et TAPERNOUX. — *Hygiène des milieux ruraux.* Chap. III. — *L'eau à la campagne*, 1943. — VIGOT Frères, Edit. Paris.

CHAPITRE IV

L'Aménagement de la Couche arable

« Il faut modifier la théorie pour l'adapter à
« la nature et non la nature pour l'adapter à la
« théorie ».

Claude BERNARD:

Les vingt centimètres de la terre d'un hectare pèsent de 3.000 à 4.500 tonnes suivant les types de sols. Plusieurs fois par an, cette charge énorme doit être soulevée, renversée, émiettée. Cela exige une certaine traction animale ou mécanique et les frais de ces travaux atteignent souvent 50 % de toutes les dépenses nécessitées par les cultures du domaine. On n'attache pas assez d'attention à ce travail long, pénible et coûteux et il serait pourtant logique que le propriétaire cherche à progresser comme il l'a fait pour l'emploi des engrais ou la nourriture du bétail, de façon à avoir un meilleur rendement par une adaptation rationnelle des méthodes de cultures et une technique appropriée du matériel aratoire.

Ce travail de la couche arable a pour but d'une part, de former une structure du sol favorable au développement des racines des plantes cultivées, et, d'autre part, d'assurer la productivité du sol en améliorant ses propriétés physique, chimique et biologique, celles-ci étant, comme nous l'avons montré, en rapport direct avec le « milieu » (type de sol, exposition, méso-climat). En effet, les efforts de l'homme dans la modification des propriétés des sols, sont toujours accompagnés par ceux de la nature, qui n'agissent pas forcément dans le sens que l'on désire.

Dans le Bas-Rhône, nous sommes placés dans une zone de cultures sèches où les façons culturales ont pour but de maintenir dans le sol le plus d'humidité possible, l'eau étant ici le facteur vital. Une terre meuble règle l'économie d'eau, une terre bien labourée supprime les plantes adventices grandes consommatrices d'eau (principe du Dry-farming).

D'autre part, il faut tenir compte également que beaucoup de doctrines qui avaient pris corps au siècle dernier, ne se vérifient plus actuellement car la terre d'aujourd'hui n'est plus celle de jadis.

APSITS (1) estime que le sol, mieux drainé ou irrigué, amélioré par les légumineuses, recevant des engrais artificiels, mieux travaillé aussi par la microflore et les autres êtres vivants, ne réagit pas de la même façon aux instruments aratoires. Bien des données manquent encore, et l'utilité de telle ou telle façon culturale, n'est souvent basée que sur des raisonnements théoriques qui ne sont pas appuyés sur des données expérimentales.

Quelle est par exemple la stabilité de la structure du sol avec les divers instruments aratoires ? Comment varient les propriétés du sol au cours de la période végétative de la plante que l'on cultive ? Enfin, comment se comportent les horizons inférieurs au-dessous de la couche arable ? Autant de problèmes qui sont loin d'être résolus. D'autre part, les façons culturales sont sensiblement différentes suivant les climats et les types de sols.

Au milieu de la complexité de cette question, nous allons tâcher de donner quelques directives pour l'aménagement rationnel de la couche arable de nos sols méridionaux :

Il est nécessaire tout d'abord de moderniser notre outillage agricole de traction, de culture et de récolte ; il faut notamment posséder un matériel adapté pour pouvoir travailler le sol au moment le plus propice. On devra avoir des instruments aratoires ayant, surtout si la terre est forte, *une puissance suffisante*, tout en ayant de la *souplesse*. Dans les terres caillouteuses (sol des terrasses), on emploie des charrues à pic. La culture de la vigne exige différents modèles d'instruments aratoires, la culture maraîchère également.

Il ne faut pas, tout au moins pour le moment, songer uniquement aux solutions mécaniques. En effet, l'agriculteur qui prend possession d'un domaine se pose bien souvent cette question : doit-on remplacer l'achat de bêtes de traits, dont le prix (surtout celui des chevaux) est anormalement élevé à l'heure actuelle, par des motoculteurs adaptés aux différents travaux à effectuer ?

Ceci pose le problème de la mécanisation de l'agriculture ; celui-ci, étudié sous ses différentes formes, engage sans aucun doute l'avenir économique et agricole de notre pays.

Nous ne sommes plus au temps, si cher à MISTRAL, où, dans les pays du Bas-Rhône, les moissonneurs bas-alpins (les Gavots) venaient en nombre, en Arles, se louer sur la place aux Hommes et suivre quelques jours plus tard, la faux en mains, le « capoulié » qui leur ouvrait la voie dans les grandes emblavures, époque où l'auteur de « Mireille » comparait les premières moissonneuses à des crabes gigantesques et les batteuses à des sortes de tarasques (1).

L'emploi rationnel des machines agricoles soulève des questions d'ordre technique, économique et social ; certains auteurs (MERLE) donne à ce dernier facteur une place prépondérante, car la motorisation peut apporter une solution heureuse au difficile problème de la main-d'œuvre agricole et de son maintien à la terre

(1) MISTRAL Fréd. — *Mémoires et Récits*, Chapitre 9.

(travaux des champs moins pénibles et plus rapides, laissant au paysan du temps libre en dehors des heures de travail, possibilité enfin pour l'ouvrier agricole, comme pour celui des usines, de s'occuper de mécanique et d'avoir des machines modernes).

Au point de vue technique, il faut se rappeler que la France est, dans son ensemble, un pays de culture *intensive* où l'on multiplie les travaux aratoires, et où, par conséquent, chaque tracteur ne peut cultiver qu'un nombre d'hectares beaucoup moins élevé qu'en Russie et aux Etats-Unis, pays essentiellement de culture *extensive*.

D'autre part, il ne faut pas oublier que la mécanisation poussée à l'extrême, c'est-à-dire remplaçant le cheptel vif de l'exploitation, si tant est que la chose soit, à l'heure actuelle, techniquement possible en France, entraînera automatiquement l'impossibilité d'avoir du fumier dont nous avons montré toute l'importance pour amender nos sols méridionaux. On devra alors, pour avoir de l'humus, vulgariser l'emploi des fumiers artificiels et la pratique des engrais verts, ce qui ne se fera pas, hélas ! du jour au lendemain.

Il faut songer également que la motorisation entraîne, ipso facto, la consommation de carburant et le fait que ce dernier doit être acheté, pour le moment, en dehors de la France, pose un problème économique assez redoutable.

Enfin, l'amortissement de ces instruments motorisés est actuellement une lourde charge pour le cultivateur ; c'est pourquoi on a songé pour les petites exploitations à la motorisation coopérative dans le cadre communal, avec un organisme de contrôle dirigé par des techniciens.

L'emploi collectif d'un matériel perfectionné est recommandable dans le cas d'une culture régionale spécialisée donnant lieu à des travaux uniformes et à condition, pour débiter, de limiter cet emploi à un rayon d'action bien déterminé ; toutefois, pour certaines monocultures méridionales (vignes, cultures maraîchères et fruitières) les appareils actuellement en usage ne correspondent qu'imparfaitement aux besoins de l'agriculteur et ne permettent pas de remplacer le cheval dans tous ses travaux. La modernisation et la spécialisation de tous ces travaux appellent parallèlement un effort de nos constructeurs français, qui doivent améliorer nos différents modèles de tracteurs (notamment les petits) et mieux les adapter aux divers usages de l'exploitation.

Dans le cas de polyculture où les travaux très variés nécessitent des déplacements fréquents, l'utilisation en commun de motoculteurs perd de sa valeur. Utilisé alternativement par chaque membre du syndicat, à des dates le plus souvent fixées d'avance et pour lesquelles on n'a pas pu tenir compte des conditions climatiques, le tracteur ne permettra pas de travailler la terre au moment opportun. On perd ainsi tous les avantages économiques et techniques du tracteur individuel qui permet d'exécuter les travaux rapidement et toujours au bon moment.

Le problème se pose techniquement et financièrement sous un

jour différent quand il s'agit de grands domaines, avec un personnel spécialisé, ou quand il s'agit d'effectuer ou de faire effectuer des défoncements ou défrichements, opérations qui exigent des efforts dépassant 1.000 kilogs — force à la barre d'attelage. — L'emploi de la traction mécanique devient ici nécessaire et l'utilisation de l'électricité est même à envisager dans certains cas.

Un tracteur doit être approprié à l'exploitation agricole qu'il est appelé à cultiver. Avant de faire le choix d'un appareil, l'agriculteur doit tenir compte de certains facteurs agronomiques locaux :

- 1°) Superficie des terres à travailler ;
- 2°) Nature agrologique des types de sols ;
- 3°) Nature des cultures.

Ces deux dernières considérations permettent de conseiller pour le Midi, aussi bien dans les sols caillouteux que dans les terres fortes l'emploi des *chenilles* de préférence aux roues.

D'autre part, quatre critères principaux caractérisent les tracteurs agricoles (T. BALLU) : l'adhérence, la consommation, et par suite le rendement, le rayon de virage et le dégagement sous châssis. Enfin, on doit examiner le prix de revient horaire à l'hectare, en comparant, au besoin, avec la traction animale. Les tracteurs modernes de puissance faible ou moyenne devront être prévus pour être équipés de toute une gamme d'outils *portés ou trainés* par le tracteur (charrues, faucheuses, bineuses, etc...).

En Amérique, on utilise beaucoup la charrue *portée*, ce qui supprime les roues, la barre d'attelage, les mécanismes de réglage et de relevage et réduit les manœuvres de fourrières. Un système hydraulique auto-réglable, enlève de la rigidité au bloc charrue-tracteur et lui permet de faire des labours réguliers. L'emploi de charrues portées s'est généralisé dans les pays neufs à culture extensive. En sera-t-il de même en France ? En attendant, nous conseillons pour les labours, d'utiliser le brabant double, encore trop peu employé dans le Midi ; il aura l'avantage dans les parcelles soumises à l'irrigation, de ne pas modifier le nivellement du terrain (*labours à plat*).

Il faudra régler la vitesse de l'attelage et avoir des charrues à versoir de forme telle que la portion de terre qui est renversée dans le fond de la raie, corresponde exactement à la partie superficielle du sol travaillé précédemment et que soit ramenée à la surface la terre la plus motteuse pour permettre aux facteurs climatiques de l'émietter. On utilise ainsi au maximum, les forces de la nature.

En prenant possession d'un nouveau domaine, le propriétaire exploitant ou le fermier est souvent dans l'obligation, ayant établi un plan cultural, d'effectuer des *labours de défoncement*. Ceux-ci se distinguent des labours profonds, non pas tant par la profondeur atteinte, souvent la même, mais du fait qu'ils entament des assises qui n'ont jamais été ameublées ou qui l'ont été il y a fort longtemps

déjà. C'est là une opération indispensable pour créer un vignoble ou un verger (1). On conçoit ici que l'examen des profils pédologique et hydrique ait une grande importance.

On fera chaque fois que l'on pourra des labours périodiques *profonds* (35 à 40 cm), c'est pour certains types de sol, une pratique agricole excellente mais qui compte encore trop peu de participants. SCHRIBAUX estime, avec raison, que la profondeur d'ameublement d'un sol donne une idée exacte de l'état progressif de la culture d'une région ; ces labours améliorent sensiblement les propriétés culturales en ouvrant largement aux racines, une zone de nutrition plus vaste et en les rendant moins sensibles à l'action de la sécheresse. Toutefois, dans les tènements où cette opération ne s'est pas effectuée depuis longtemps, il faudra opérer prudemment, dans certains types de sols, en augmentant petit à petit à chaque labour, la profondeur, de façon à ne pas ramener à la surface une terre crue ou « amère », improductive. C'est un des principes de la technique de JEAN dans l'ameublement successif et de plus en plus profond du sol, au moyen seulement du « cultivateur ».

Les labours profonds se feront dans les sols meubles, épais, d'origine alluviale, colluviale* ou éolienne*. On sera plus prudent dans certains sols rouges sur calcaire ou sur terrasse, car la roche-mère ou le conglomérat est souvent à moins de 50 cm de profondeur. L'étude du profil pédologique* nous sera, ici, d'une grande utilité. D'autre part, les sols squelettiques, sableux et mollassiques* se contenteront en général de labours superficiels (15 à 20 cm), afin de ne pas ramener à la surface du sable inerte et stérile et d'empêcher la dilution de l'humus déjà peu abondant dans ces types de sol.

Enfin ces travaux de labours devront être faits de façon à ne pas superposer une couche de terre sèche à une couche humide afin d'éviter le phénomène de « brûlure des terres » bien connue dans les régions rhodaniennes et qui provoque une sorte de stérilisation de la couche arable.

La présence d'une roche-mère compacte ou consolidée à faible profondeur (calcaire dur sous les sols rouges — brèches sous les sols rendziniformes* d'éboulis — conglomérats sous les sols rouges des terrasses et enfin grès dans certains sols squelettiques sableux), peut obliger le cultivateur à avoir recours à l'explosif agricole préconisé par PIEDALLU (7) au lendemain de la guerre 1914-1918 et déjà signalé par nous pour lutter contre l'érosion des sols (chapitre II).

« Ce n'est plus un instrument de mort et de dévastation, écrit cet auteur, mais un outil puissant, producteur de vie, d'abondance et de richesse ». Il s'agit, non pas d'explosifs chloratés (genre

(1) Elle s'appelle « recavage » en Provence et le défoncement, pour la création d'un vignoble, peut atteindre, dans certains types de sols, jusqu'à 80 cm. C'est une pratique très ancienne. Il y a 100 ans on défonçait déjà à 50 cm. les terres à garance du Comtat à l'aide de la « Grande charrue » tirée par seize ou dix-huit chevaux. !

cheditte) étant donnée la toxicité bien connue des chlorates pour les plantes, mais d'explosifs nitrés (mélange de mélinite et de tolite), à effet brisant, n'éclatant ni au feu, ni au choc. C'est donc en toute sécurité qu'il peut être manié par des mains profanes.

Non seulement on peut se servir de l'explosif agricole pour le dérochement, mais encore pour la plantation d'arbres fruitiers par trou (sans défoncement de tout le champ à la charrue), pour le sous-solage d'un verger et pour l'arrachage de vieux arbres et l'abatage des levées.

Le nivellement, l'épierrage et l'écobuage sont des travaux fonciers que le propriétaire d'un domaine méridional est amené à faire dans certains cas.

Nous ne reviendrons pas sur la question du nivellement dont nous avons déjà parlé à propos de l'irrigation des cultures (chapitre précédent).

L'épierrage des terrasses à cailloux roulés du Rhône et de ses affluents — dont la Crau donne un exemple typique — est nécessaire si l'on veut entreprendre certaines cultures, notamment des fourrages. D'autres, toutefois, comme certains vignobles (Château-neuf-du-Pape en particulier) ou certains vergers d'abricotiers et d'amandiers, se plaisent très bien au milieu des cailloux, au grand détriment d'ailleurs, des instruments aratoires !

L'épierrage est une opération longue, pénible et coûteuse, aussi les nombreux « clapiers » (amas de cailloux roulés) séparant les champs, sont-ils les témoins du labeur de nos ancêtres.

L'écobuage (feu de régénération dans les défrichements) (6) n'est guère à conseiller car il détruit la matière organique et les sols méridionaux en sont pauvres. Toutefois cette opération peut se concevoir dans la remise en culture des sols organiques des paluds et des anciens marais où l'humus est en abondance. L'écobuage y remet en circulation l'azote en réserve des matières organiques qui nitrifiait mal.

Nous voyons donc que l'aménagement de la couche arable a une importance considérable dans les régions méridionales, qu'il s'agisse d'une part, du problème du travail du sol à l'origine, c'est-à-dire au moment de la prise de possession d'une ferme, ou, d'autre part, des opérations nombreuses d'entretien que nécessitent la multiplicité des cultures, la nature différente des types de sols et surtout, l'influence des facteurs climatiques.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre IV :

1. — J. APSIT. — *Quelques observations générales sur les façons culturales et les recherches d'agrophysique.* — Ann. Agr. 1939 T. IX. p. 589.
2. — T. BALLU. — *La traction mécanique en Agriculture.* 360 p. 117 fig. Librairie Maison Rustique, Paris.
- 2 bis. — T. BALLU. — *Etude de la mécanique du sol dans ses rapports avec la motoculture.* — Ann. Agr. 1934. T. IV, p. 373.
- 2 ter. — T. BALLU. — *La science du sol et les méthodes de culture.* — La vie agricole et rurale 1939. — I. 16.
3. — J. DELASNERIE. — *Les machines agricoles,* Paris, Guy le Prat 1944 (Chaix) — Description, entretien, utilisation.
 [Sujet traité avec clarté et réalisme par l'Auteur qui insiste particulièrement et à juste titre, sur les questions de réglage et d'entretien des appareils, trop mal connus de l'Agriculteur].
4. — F. DIFFLOTH. — *Labours et assolements* (Encyclopédie agricole). Baillière, Edit. Paris.
5. — S. HENIN. — *Etat actuel de la physique du sol.* — Ann. Agr. 1934, T. IV. p. 611.
- 5 bis. — S. HENIN. — *Etude physico-chimique de la stabilité structurale des terres* 1938. Paris. Imprim. Nat. 67 pages.
6. — KUHNHOLTZ-LORDAT. — « *La terre incendiée* ». Essai d'agronomie comparée. — Nîmes 1938. — BRUGUIER, Edit. (auteur et ouvrage déjà cités, p. 160).
7. — A. PIEDALLU. — *L'explosif et l'Agriculture.* — Ann. Agr. T. II, 1932, p. 384 (auteur et ouvrage déjà cités, p. 160).
8. — R. RINGELMANN et J. BOURDELLE. — *Foisonnement des sols sous l'action des instruments de culture.* — Ann. Agr. 1931, p. 82.

CHAPITRE V

Les Problèmes de l'Humus dans les sols du Midi de la France

« Le moment est venu où les Agronomes auront
« à réhabiliter l'humus ».

A. DEMOLON.

A une époque où l'on a un besoin impérieux de maintenir la fécondité de la terre de France, le rôle de la matière organique de nos sols, quelque peu masqué jusqu'alors par les effets rapides des engrais chimiques, apparaît de nouveau sous ses multiples formes.

En effet, jadis les agriculteurs attachaient une grande importance à l'humus qui était considéré, à tort d'ailleurs, comme l'aliment essentiel des végétaux et le fumier était exclusivement utilisé pour fertiliser nos plantes cultivées.

Au XIX^{me} siècle, après les remarquables découvertes de LIEBIG en Allemagne, de LAWES et GILBERT en Angleterre et de BOUSSINGAULT en France, notamment sur l'alimentation minérale des plantes, on peut dire que l'action de la matière organique était passée au second plan, à tel point qu'on était arrivé, dans certains cas, à substituer entièrement les engrais minéraux à l'encombrant fumier.

Cette exclusivité était également un non sens car on n'ignore pas depuis les essais faits à WOBURN, que, le seul emploi des fumures minérales amène obligatoirement, au bout de quelques années, une baisse réelle de la fertilité.

En somme, l'erreur commise était d'abord de considérer le fumier uniquement comme une matière fertilisante, et ensuite d'oublier qu'en réalité, il est avant tout, un amendement humifère et que, comme tel, ainsi que nous allons le montrer, il est appelé à jouer un rôle primordial, particulièrement dans nos sols méridionaux.

I. — Rôle de l'humus

L'humus constitue avec l'argile, la partie colloïdale* du sol. Sous cette forme extrêmement ténue, ces deux éléments ainsi combinés, jouent le rôle régulateur de complexe absorbant vis-à-vis de l'eau et des engrais, empêchant ainsi l'entraînement des bases (calcium, potassium, magnésium). Du fait de leur union avec l'argile, les colloïdes humiques acquièrent la faculté d'exercer des actions très supérieures à celles qu'ils produiraient s'ils demeuraient à l'état isolé.

Dans les sols agricoles, ces colloïdes* doivent être normalement à l'état floculé. Cette floculation que provoque le calcium (d'où l'importance du calcaire dans les terres) est nécessaire à la formation et au maintien des grains terreux désignés sous le nom d'agréats (bon état physique des sols).

Les colloïques humiques améliorent en effet, la structure des sols ; ils donnent, ainsi que nous l'avons dit, un peu de cohésion aux sols sableux et ameublissent les sols compacts. Ces actions apparemment contradictoires, s'expliquent très bien : dans le premier cas, les colloïdes humiques coagulés, se comportent comme un agglutinant ; dans le deuxième, l'humus se fixe sur l'argile grâce au calcium et il en résulte la formation d'agréats comparables à ceux que donnerait un apport de chaux.

C'est ainsi que les sols de « boubènes » de la vallée de la Garonne, décalcifiés et privés d'humus, se noient en hiver et se dessèchent en durcissant pendant l'été ; tandis que les limons du nord de la France, moins pauvres en matières humiques et non décalcifiés, gardent une structure favorable (DEMOLOU). Il en sera de même pour nos sols d'alluvions calcaires de la vallée du Rhône, du moins ceux normalement pourvus en matières organiques.

Grâce à l'humus, par conséquent, un bon sol conserve cette structure granuleuse la plus favorable au développement des plantes cultivées ainsi qu'à la circulation de l'eau et de l'air dans les horizons superficiels du sol. D'autre part, la perte de la matière organique de la terre arable a, comme conséquence, de modifier sa structure qui devient labile. Il y a destruction des agrégats et formation d'une poudre facilement enlevée par le vent (érosion éolienne*).

Les agriculteurs doivent donc considérer toutes les matières organiques qu'ils incorporent à leur terre, surtout comme des *amendements* humifères agissant *sur le sol* et non pas comme des *engrais* agissant directement sur la *plante* pour la nourrir.

Toutefois, la fertilité d'un sol riche en matières organiques peut être accrue chimiquement, car l'humus a la propriété de rendre progressivement assimilable certains éléments fertilisants en réserve dans le sol. C'est ce qui se passe pour l'azote, et également pour l'acide phosphorique. Dans ce dernier cas, il y a une combinaison d'absorption avec l'humate calcique des matières organiques.

Dans un récent travail, CHAMINADE (2) a mis en évidence la présence de ces complexes phospho-humiques qui sont très stables et qui représentent une forme assimilable d'acide phosphorique.

Nous montrerons tout à l'heure, tout l'intérêt de cette découverte pour nos sols méridionaux, pauvres, presque tous, en acide phosphorique assimilable.

Enfin, au point de vue biologique, la matière organique des terres, est aussi le foyer de colonies microbiennes auxquelles on attribue, à juste titre d'ailleurs (nitrification en particulier), une part importante de la fécondité des sols (4).

II. — **Comment se produit l'humus** (1)

Les sources de matières organiques sont de trois sortes :

1°) La végétation spontanée, celle des prairies et les résidus laissés par les récoltes.

Ces derniers représentent un apport organique important en relation étroite avec le rendement. C'est ainsi que pour donner un ordre de grandeur, GAROLA a trouvé par exemple pour le blé, un rendement à l'hectare de 8.700 kgs pour la partie aérienne et de 1.525 kgs pour les racines.

En général, le système racinaire représente de 10 à 17 % des parties aériennes. Encore faut-il noter qu'une notable partie de celles-ci, rentrent en ligne de compte, feuilles tombées, partie de chaume restant, etc...

2°) Les amendements humifères (fumiers et engrais verts) dont nous reparlerons plus loin (chapitre VIII).

D'après DEMOLON (3) l'apport de 30.000 kgs de fumier de ferme correspond à environ 3.500 à 4.000 kgs de matière organique, c'est-à-dire une quantité sensiblement égale au 1/10^{me} de celle existant dans la couche arable d'un bon sol de culture. En général, sous le climat parisien et dans l'assolement triennal classique, une fumure organique de 10 tonnes par hectare, jointe aux résidus de récoltes, peut suffire pour compenser les pertes en humus. Dans le Midi, nos sols sont plus exigeants.

3°) Les microbes qui constituent la flore du sol, et qui dans une certaine mesure, participent à la synthèse des matières organiques.

La décomposition dans le sol de ces résidus végétaux aboutit à la formation de l'humus.

(1) Rappelons que la matière organique humifiée ne représente qu'une partie d'ailleurs variable de la matière organique totale.

Ces matières organiques d'origine végétale sont constituées :

— de sucres et d'amidon qui, en se décomposant, donnent des acides gras et du gaz carbonique.

— d'*hemicelluloses* (pentosanes), de *celluloses* et de *lignines*, qui, par oxydation, donnent des *protéines* de synthèse (matières azotées) et de *l'humus*, cette matière noire encore mal définie chimiquement et que tout agriculteur connaît bien.

Une partie de l'azote (4 à 5 % en moyenne) est énergiquement fixée à cet humus, d'où l'importance des variations du rapport

$$\frac{\text{carbone}}{\text{azote}} \text{ des sols.}$$

La constitution de la matière organique des sols est, d'après WAKMAN (5) la suivante :

Soluble à l'eau	traces
Hémicelluloses	de 5,40 à 8,60
Celluloses	de 3,50 à 5,20
Lignines	de 40,80 à 49,30
Protéines (matières azotées)	de 30,40 à 37,35

Ce tableau nous montre que la matière organique tend vers un complexe formé de lignines et de matières azotées.

Cette décomposition des résidus végétaux est un phénomène biologique auquel participent un grand nombre d'espèces microbiennes, microbes aérobies* ou anaérobies*.

L'action microbienne (*protéolyse**) de ces matières organiques végétales, se fait le plus généralement en milieu aérobie* ; elle s'observe en présence d'une humidité suffisante voisine de celle des organes verts, d'une source d'azote utilisable par les microorganismes et d'une aération convenable. Quand cette dernière fait défaut, la décomposition des matières organiques se ralentit ; on arrive au phénomène de la putréfaction avec formation de produits acides (cas des tourbières submergées). L'action fertilisante des eaux d'extraction de la tourbe peut s'expliquer par sa teneur en hydrogène sulfuré (action stimulatrice du soufre).

L'humification des produits végétaux peut d'ailleurs s'exercer en dehors du sol. C'est le cas des fumiers de ferme et du fumier de fabrication artificielle que nous étudierons plus loin (chapitre VIII).

Mais l'humus n'est qu'un stade (combien intéressant pour les agriculteurs) de la décomposition des matières organiques dans les sols. Leur minéralisation totale, comme d'ailleurs leur degré d'humification, se fait plus ou moins rapidement suivant les conditions de milieu (climat, morphologie et sol) et suivant la nature des constituants des résidus végétaux.

La nitrification, extrêmement active dans certaines terres méri-

dionales et sous le climat méditerranéen, est corrélative d'une minéralisation rapide des matières organiques. Cela demande une surveillance constante de l'état humique de ces sols, lequel, en fin de compte, conditionne les rendements.

On voit donc que l'agriculteur du midi de la France, par les conditions même de la formation de l'humus et par celles de sa combustion rapide, se trouve sérieusement handicapé. Il devrait, plus que tout autre, se préoccuper de cette importante question qui *reste une des bases de l'aménagement de son domaine agricole.*

III. — **Etat humique de nos sols méridionaux**

La plupart de nos sols méridionaux sont des sols « minéraux » ayant une teneur en matière organique peu élevée.

Que ce soient les sols rouges méditerranéens répandus sur les calcaires durs, sur les terrasses fluviatiles et sur les dépôts éoliens*, que ce soient les sols jeunes des alluvions ou les sols salins, il est bien rare qu'ils renferment plus de 2,5 % de matières organiques.

Ce fait est dû, d'une part, aux sources peu abondantes de matières organiques et, d'autre part, à leur disparition rapide dans nos sols.

En effet, la végétation xérophile* (c'est-à-dire armée contre les excès du climat chaud et sec) est peu apte à fournir de l'humus et sa destruction ainsi que nous l'avons vu, s'opère rapidement dans nos sols calcaires et fortement insolés.

Toutefois, certaines conditions climatiques et altitudinales permettent de rencontrer des sols plus riches en matières organiques. C'est ainsi qu'à mesure que l'on s'élève sur les montagnes calcaires bordant la région du Bas-Rhône, que ce soit dans les monts de Vaucluse (plateau de Saint-Christol) ou dans les Causses du Gard par exemple, le sol rouge se transforme en sol brun ; on peut même avoir comme à l'Aigoual et au Ventoux, des sols noirs du type « Humus Alpin ». Ce changement de coloration est dû à l'humus plus abondant.

Sur les pentes un peu élevées et boisées de ces mêmes montagnes calcaires on trouvera également un sol calcaire humifère appelé « rendzine* ». Ce sont ici des rendzines grises.

Ce sont là des exceptions ; la presque totalité des terres cultivables du Midi n'appartient pas à ces trois types de sol et elles sont, de par nature, peu riches en humus. L'agriculteur, et ce doit être là une de ses premières préoccupations, peut enrichir son sol en matières organiques et les maintenir à une teneur d'environ 4 % (nous en étudierons les moyens tout à l'heure).

Nous en avons trouvé quelques exemples dans la région du Bas-Rhône comme le prouvent les chiffres qui figurent sur le premier tableau ci-après :

Numéro	LIEU DE PRELEVEMENT	TYPE DE SOL	Matière organique	Acide phosphorique assimilable. Méthode acéto-acétique
1	Saint-Rémy-de-Provence (B.-du-Rh.)	Sol noir d'ancien palud.	4,4	40 m/mgr
2	Mollégès (B.-du-Rh.)	Sol gris jeune des vallées.	4,3	35 »
3	Courthézon (Vaucluse)	Sol gris jeune des vallées.	6,0	60 »
4	Uzès (Gard)	Sol gris jeune des vallées.	7,2	45 »
5	Le Thor (Vaucluse)	Sol gris jeune des vallées.	4,8	30 »
6	Bellegarde (Gard)	Sol gris jeune des vallées.	5,2	60 »
7	St-Martin-de-Crau (B.- du-Rh.)	Terre d'apport (col- matage).	5,0	50 »

Ces exemples ont été choisis également pour montrer le parallélisme qui existe entre la teneur en humus des sols du midi de la France et l'assimilabilité de l'acide phosphorique qu'ils contiennent.

En effet, dans le deuxième tableau suivant où les sols sont peu riches en humus (et c'est, hélas ! la règle) la quantité d'acide phosphorique assimilable est bien au-dessous de la dose normale < à 30 milligrammes), tandis que l'on constate l'inverse dans le premier tableau (sols riches en matières organiques).

J'ai approfondi ce problème au laboratoire avec mon collègue LIDOYNE (1) et nous avons pu nous rendre compte qu'il s'agit bien d'une combinaison phospho-humique de forme très assimilable. Ce fait, dont on conçoit tout l'intérêt à un moment où les engrais phosphatés nous font encore défaut, vient confirmer la découverte de CHAMINADE (2) mentionnée plus haut.

IV. — Le rôle de l'humus dans la mise en valeur des terres incultes

Il ne faut pas attribuer aujourd'hui une importance exagérée à la mise en culture de terres plus ou moins abandonnées car, dans beaucoup de cas, et c'est ce qui rend si complexe le problème de la remise en état des terres incultes, il y a trop de facteurs limitant nos efforts qui sont souvent ainsi réduits à néant .

Numéro	LIEU DE PRELEVEMENT	TYPE DE SOL	Matière organique	Acide phosphorique assimilable. Méthode acéto-acétique
1	Saze (Gard)	Sol rouge méditerranéen sur calcaire dur.	1,7	10 m/mgr
2	Chanos-Curson (Drôme)	Sol rouge sur terrasses fluviatiles.	0,6	4 »
3	Lauris (Vaucluse)	Sol squelettique sur mollasse sableuse.	1,7	0,85 »
4	Roquemaure (Gard)	Sol squelettique sur sable de l'astien*	1,7	10 »
5	Les Saintes-Maries-de-la-Mer (B.-du-Rh.)	Sol squelettique sur sable éolien*.	0,7	8 »
6	Sault (Vaucluse)	Sol rendziniforme*	2,0	5 »
7	Meynes (Gard)	Sol gris jeune des vallées.	2,4	6 »
8	Camargue (Barcarin) (B.-du-Rh.)	Sol salin maritime	0,8	6 »
9	Saint - Martin - de - Crau (B.-du-Rh.)	Sol rouge sur terrasse « coussous ».	2,0	4 »

Et parmi ces facteurs, le rôle de l'humus est primordial.

Deux projets grandioses, et quelque peu spectaculaires, sont en cours d'exécution, en Sologne et en Crau. Dans ces deux régions. on s'attaque à un sol bien ingrat ; en Sologne on a affaire à un sol squelettique siliceux, presque toujours lessivé et où, en maints endroits, le plan d'eau remonte jusqu'à la surface. En Crau, il s'agit d'un sol rouge méditerranéen sans épaisseur, décalcifié et très sec, formé sur cailloutis fluviatile perméable.

Dans ces deux sols, on observe une grande pauvreté en matière organique. Les travaux d'aménagement sont donc considérables et, pour ne parler que de la Crau qui se trouve dans la zone méridionale, on doit littéralement substituer au sol initial qu'il faut encore épierrier, un nouveau sol constitué par des apports de limon de colmatage. De plus, pour l'enrichir en humus, on aura soin d'y établir des prairies artificielles (voir les analyses n° 7 du tableau 1 et n° 9 du tableau 2).

C'est là une œuvre grandiose et pérenne qu'ont commencée nos aïeux il y a trois siècles et demi. Quels que soient les progrès de la chimie agricole, quelle que soit notre ambition actuelle, nous

sommes obligés de tenir compte du « facteur temps », grand maître en la matière comme d'ailleurs en toutes choses.

C'est, en effet, De CRAPONNE qui, grâce à la création du canal d'irrigation portant son nom, a pu commencer le colmatage des « coussous » de la Crau, le « campus lapideus » de STRABON.

C'est d'autre part, OLIVIER DE SERRES qui, peu de temps après, et pour la première fois au Pradel, remplaça dans les assolements la jachère improductive par la prairie artificielle.

Cette technique lui permit d'augmenter la productivité de ses terres par suite du maintien d'un bon état humique des différentes soles.

Si l'on veut par contre, avoir des résultats agronomiques et économiques immédiats, il faut dans ce problème de la remise en valeur des terres incultes, s'attaquer aux sols dont la constitution physique, grâce à une teneur élevée en matières organiques, leur permet de recevoir, sans aléas, toute une gamme de cultures vivrières.

C'est le cas des anciens marais jadis asséchés et de nouveau abandonnés, c'est celui des prairies basses s'inondant de plus en plus par défaut d'entretien des canaux d'évacuation des eaux.

On en trouve beaucoup d'exemples en France. Dans les vallées de la Somme, de l'Oise et du Thérain ; dans celle de la Loire ; dans la région de Gray (Haute-Saône) ; en Savoie ; dans la haute vallée du Rhône, à Morestel, Bourgoin et Culoz, et enfin, en Provence, aux Baux, à Beaucaire, à Saint-Rémy.

Le service du Génie Rural, en liaison avec celui des Recherches Agronomiques, a commencé, après étude des sols en place, l'aménagement de certains de ces terrains en effectuant des travaux d'hydraulique agricole et de défoncement. La mise en culture s'opérera assez rapidement ; toutefois il faudra tenir compte que dans ces « sols organiques », la nitrification est lente par défaut d'ammonisation. Une forte aération par un labour peu profond ou un écobuage de la couche superficielle, est alors nécessaire, ainsi que nous l'avons déjà signalé.

On voit donc, par ces exemples, le rôle que joue la matière organique des sols dans la remise en état immédiate des terrains abandonnés. Il s'agit là, de toutes façons, de travaux importants effectués par l'Etat ou les collectivités.

Nous étudierons plus loin ceux qui sont à la portée même des agriculteurs [assolements, amendements et fertilisation de base (chapitre VIII)].

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre V :

1. — J. BORDAS et A. LIDOYNE. — *Relation entre la teneur en humus et l'assimilabilité de l'acide phosphorique dans les sols du Bas-Rhône.* — C.R. Ac. d'Agr. 28 décembre 1943.
2. — CHAMINADE. — *Sur l'existence dans les sols de complexes phospho-humiques.* — C.R. Ac. d'Agr. N° 9 - 1943.
- 2 bis. — CHAMINADE. — *Sur les propriétés des complexes phospho-humiques.* — C.R. Ac. d'Agr. N° 10 - 1943.
3. — A. DEMOLON. — *La Dynamique du Sol.* — Chapitre V. — « Les colloïdes humiques ». — DUNOD, Edit. Paris.
4. — E.S. RUSSELL. — *Les micro-organismes du sol.* — Rothamsted monographs on agricultural Sciences, 1923.
5. — S.A. WAKSMAN. — *Incubation studies with soil fungi.* — Soil science - 1916.
6. — G. WIEGNER. — *Boden et bodenbildung* - 1926. — Edit : Steinkopff-Leipzig.
7. — E. WOLLNY. — *La décomposition des matières organiques et les formes d'humus dans leurs rapports avec l'agriculture.* — Traduit de l'Allemand par E. HENRY. — BERGER-LEVRAULT, Edit. Paris.

CHAPITRE VI

La Protection climatique des Cultures

« Mistrau, Rose e Durenço
« Soun li très fléu de Prouvenço ».

Frédéric MISTRAL,
(*Trésor du Félibrige*) (1).

Nous avons vu que certains facteurs du climat méditerranéen, notamment la sécheresse estivale, obligent les cultivateurs provençaux à irriguer leurs plantations.

Cet aménagement agricole des eaux prend une importance considérable en Vaucluse et dans les Bouches-du-Rhône et nous l'avons examiné dans un chapitre précédent (2^{me} partie, chapitre III).

Le paysan doit également se protéger contre d'autres excès de ce climat, le mistral et les refroidissements qu'il provoque brusquement au printemps.

1°) La lutte contre le mistral

Nous avons indiqué que le mistral est le vent le plus fréquent dans la basse vallée du Rhône où il est particulièrement violent. Il domine nettement le climat méditerranéen de cette zone centrale bordant le golfe du Lion.

Ses effets mécaniques sont parfois désastreux et le paysan provençal ou languedocien doit se protéger contre le mistral.

Tous les mas sont orientés de l'ouest à l'est ; toutes les ouvertures, petites d'ailleurs, sont au midi ; aucune fenêtre ne s'aperçoit au nord et ce côté est réservé à la cave en général.

On protège les cultures maraîchères et fruitières par des haies permanentes de cyprès ou de thuyas et des haies mobiles de cannes de Provence (*arundo donax*), séchées et placées verticalement, serrées les unes contre les autres, pour former un abri sûr. Cet ensemble de haies parallèles constitue la défense que les cultivateurs rhodaniens édifient contre ce terrible mistral.

(1) Le Mistral, le Rhône et la Durance, sont les trois fléaux de la Provence.

Les haies de cyprès brisent le vent et le forcent à monter au-delà ; du côté sud, il se forme des remous, véritables contre courants de retour qu'il faut éviter à tout prix. Mais, si dans ce but, on rapproche trop les haies de cyprès les unes des autres, elles prennent au sol de l'eau et des matières nutritives ; on s'efforce donc de les écarter le plus possible (tous les 30 à 40 mètres) en plaçant dans l'intervalle des haies de cannes mobiles (celles-ci durent 3 ou 4 ans) qui jouent un rôle analogue.

Ces paysages artificiels aménagés avec soins, et l'aspect si particulier de tous ces rideaux sombres de cyprès bien taillés, de toutes ces parcelles de terre cloisonnées et orientées dans le même sens, ne datent que d'un siècle (1830), de l'époque où les cultures maraîchères et fruitières ont commencé à s'installer dans les basses vallées du Rhône et de la Durance pour remplacer la culture de la garance détrônée par les colorants chimiques.

Le mistral n'est pas redoutable seulement par ses effets mécaniques. On peut craindre après son passage, au printemps surtout, un abaissement rapide de la température qui occasionne dans certaines zones particulièrement exposées, des gelées légères mais qui peuvent être désastreuses.

2°) **Lutte contre les gelées printanières** (1)

Le cultivateur, commençant à obtenir de bons résultats dans la lutte qu'il a entreprise depuis quelques années déjà contre les ennemis des cultures, songe aujourd'hui à combattre des adversaires encore plus redoutables, la grêle et surtout le gel.

Le paysan entreprend, à vrai dire, un métier où la spéculation joue un grand rôle. Impuissant à prévenir certaines forces dévastatrices de la nature, il joue sur la chance de passer habilement à travers leurs embûches. Encouragé par cette idée de réussite, il en vient à cultiver des plantes à contre saison, des primeurs, si bien que même en Afrique du Nord, où les semis sont faits en plein hiver pour pouvoir satisfaire très tôt les marchés européens, on arrive à redouter, si surprenant que cela puisse paraître, les dégâts occasionnés par un abaissement brusque de la température.

Néanmoins, en ce qui concerne les arbres fruitiers et la vigne qui sont, dans la région du Bas-Rhône, dans leur milieu normal, on peut craindre pour certaines zones à méso-climat spécial (actions locales du relief, de l'altitude, de l'exposition, etc...) les effets des gelées printanières.

On a émis de nombreuses hypothèses sur l'action des gelées sur les tissus végétaux. Un fait semble acquis : pour qu'il y ait mort des tissus, il faut qu'il y ait formation de glace qui par action mécanique provoque leur déshydratation ; cet appauvrissement en eau, occasionne la mort des cellules par dessiccation. Si le refroidissement de la température est peu accentué (cas des gelées blanches), le nombre et l'importance des cristaux de glace formés res-

tent faibles. Il n'y a, d'autre part, ni déchirures, ni lésion, au dégel, les cellules pourront reprendre leur eau de constitution primitive sans dégât.

Vers -3° à -4° , la déshydratation des cellules s'accroît, et à ce moment l'influence du dégel peut jouer. S'il est rapide, l'eau sortie du protoplasme* s'écoulera à l'extérieur entraînant la mort par perte d'eau.

Au-dessous de -4° la plasmolyse* des cellules peut devenir fatale quelles que soient les conditions du dégel.

Les gelées sont toujours plus dangereuses par temps humide car les tissus sont plus turgescents (gorgés d'eau) et les sucres cellulaires moins concentrés.

Etant donné les causes locales provoquant les gelées printanières, leur prévision ne peut se faire que sur place et non à grande distance par un organisme central. *Il faut qu'elle soit faite par des personnes connaissant parfaitement la région*, d'où l'utilité d'avoir quelques données géographiques, climatiques et pédologiques.

Il faut également une entente parfaite entre les agriculteurs habitant les lieux où ces méfaits sont à craindre, car on doit utiliser les moyens de lutte d'une façon collective et au moment voulu. Or, rares sont les cas où les cultivateurs d'une même localité se sont entendus pour agir contre une cause fortuite et dont les effets ne peuvent être prévus par précautions prises individuellement. Nous citerons toutefois, le Syndicat de défense de Cavaillon (Vaucluse), qui sous la direction de M. Jules GRAND, et avec six foyers par hectare, a obtenu dans le quartier du Petit-Palais, des résultats fort intéressants, en constituant ainsi un front unique contre le fléau.

Il nous est difficile de préconiser le choix de la méthode de prévision. Tel procédé est basé sur l'humidité de l'air, tel autre sur sa température, tel autre enfin, sur la température du sol et le pouvoir réfrigérant de l'atmosphère. Tout cela dépend de la climatologie locale, par exemple dans un « pays » à humidité peu variable, les méthodes basées sur la température de l'air doivent donner de meilleurs résultats que dans les « pays » présentant de grands écarts d'humidité.

Il existe deux moyens de lutte, le premier consiste à limiter le refroidissement par des écrans de fumée et nuages artificiels interceptant le rayonnement nocturne (fumigènes spéciaux ou herbes mouillées, vieux pneus, etc...), le deuxième utilise le réchauffement de la couche inférieure de l'atmosphère pour effectuer un brassage de cette couche refroidie avec celle plus chaude, qui la surmonte. On opère au moyen de réchauds où l'on brûlait du coke et surtout du mazout, avant cette guerre. Ces méthodes de lutte contre les gelées de printemps, dans la vallée rhodanienne, comme d'ailleurs dans le sud-ouest de la France, et qui mériteraient encore des mises au point entre praticiens et techniciens, n'étaient pas encore très connues des producteurs de fruits de luxe, de primeurs et de vins fins.

Ceux donc qui désirent se livrer à ces spéculations, ne doivent pas perdre de vue, suivant l'endroit où se trouve leur domaine, cette technique qui est malgré tout une des causes de bonne réussite.

3°) **Aménagement rationnel des serres et châssis**

Les maraîchers qui confectionnent des couches pour leurs châssis afin d'obtenir des semis précoces, ou qui utilisent de petites serres pour la culture de certaines primeurs, ont donc à redouter également les sautes brusques de température que le mistral provoque dès fin janvier. Ils cherchent à lutter par ces moyens contre les risques de gelées.

Ces méthodes peuvent être améliorées. En effet, la protection contre les variations parfois subites de température n'est pas parfaite, ce qui retarde la germination de certaines graines comme celles de melon, tomate et aubergine qui exigent au moins 12 à 13° pour évoluer.

Nous avons pu mettre au point (3) un procédé permettant, grâce à l'utilisation du chauffage électrique d'une part, et l'irrigation souterraine d'autre part, d'obtenir des semis sous châssis quelles que soient les conditions climatiques et l'époque de l'année.

Les avantages de ces deux techniques combinées sont susceptibles d'apporter les conditions extrinsèques optima d'une bonne germination des graines potagères, c'est-à-dire, une température constante, l'humidité la plus favorable et une bonne aération du sol.

La chaleur qui se maintient entre 20 et 23° c. est obtenue grâce à un fil chauffant électriquement le sol, placé en zig-zag à 20 cm de profondeur. La distance entre les deux branches du fil est de 25 cm.

La consommation, qui est nocturne, atteint seulement 1 kw-heure par mètre carré. Ce procédé ne peut être appliqué que si les compagnies d'électricité consentent un prix du courant ne dépassant pas 0 fr. 30 le kw-heure, bases de 1939.

L'humidité est maintenue à 20 % au moyen de l'irrigation souterraine, dont nous avons décrit le principe précédemment. Ce procédé évite les bassinages répétés qui modifient la structure superficielle du sol, qui augmentent le degré hygrométrique de l'air et qui rendent les plants moins résistants aux maladies.

D'autre part, la chaleur absorbée par le sol est retenue plus énergiquement en profondeur grâce à la grande capacité calorifique de l'eau arrivant par voie interne.

Ce réseau souterrain d'alimentation en eau, constitué par une ou deux rangées de tuyaux en poterie, est placé juste au-dessous du fil électrique chauffant, soit à 30 cm de profondeur.

Il importe pour avoir une réussite complète de prendre comme milieu sol, une terre franche, vierge, mélangée à un terreau aseptique (obtenu suivant la technique du fumier artificiel) (voir plus

loin chapitre VIII) ; il faut éviter de prendre, comme on a coutume de le faire, une terre provenant de curage des fossés d'arrosages, apportant toujours de mauvaises semences, certains germes pathogènes ou des insectes (taupins en particulier), ce qui annihile les avantages de cette méthode (précocité).

En effet, on obtient ainsi la germination des graines maraîchères dans le minimum de temps (5 à 7 jours). Le repiquage des plants s'opère par conséquent avec plusieurs jours d'avance.

4°) Cultures forcées

La culture des plants à contre saison oblige les maraîchers à employer des techniques particulières et certaines sont fort coûteuses (utilisation des diverses sources de chaleur). Savoir suivant les cultures doser cette trinité, lumière, chaleur, insolation, c'est toute la science pour obtenir des primeurs avec le moins d'aléas possible.

a) Utilisation de la chaleur solaire.

Dans les serres et les châssis vitrés, les conditions de forçage tout au moins en France, sont souvent défectueuses. On a adopté des dispositifs les plus simples et les moins coûteux, nullement rationnels et sans tenir compte de ce que l'étude scientifique de ce problème, appliquée à la culture des primeurs et à l'arboriculture, aurait pu apporter d'utile à la pratique.

La plus grande fantaisie règne, en effet, dans l'établissement des serres méridionales ; les unes sont petites, de section triangulaire et formées de deux châssis ajustés par le haut, d'autres couvrent d'assez grandes surfaces et ont leurs châssis placés, sauf celui de devant, presque horizontalement. Parfois, les serres sont toutes vitrées, d'autres (ce qui est préférable dans la région du Bas-Rhône) ont leur paroi « nord » établie au moyen de panneaux de bois ou de fibro-ciment. Enfin, on trouve également des modèles plus rationnels de grandes serres à châssis amovibles et à charpentes métalliques.

Mais, en général, il semble que dans la construction de ces serres, on se préoccupe peu des lois qui régissent la transformation de la lumière et de la chaleur ; on devrait tenir compte un peu plus de la durée d'insolation, de l'intensité lumineuse, des phénomènes de conductibilité (sol), de rayonnement et de convection*.

La quantité de chaleur et de lumière que le soleil apporte sur une unité de surface de sol, dépend de l'état hygrométrique de l'air, de la durée d'insolation et de son intensité ; celle-ci varie avec l'inclinaison des rayons. La loi de LAMBERT nous apprend que cette intensité est proportionnelle au sinus de l'angle d'inclinaison. Elle est donc maximum à 90° et minimum pour les rayons à incidence rasante.

L'inclinaison des châssis vitrés dans une serre a donc une importance primordiale. RAYMOND, à Antibes, a montré, à la suite

de nombreuses mesures faites avec le lucimètre de BELLANI, dans une grande serre dont la plupart des châssis n'avaient qu'une inclinaison de 10° à 15° sur l'horizon que 30 à 45 % seulement des rayons solaires pénétraient dans cette serre suivant les époques.

En tenant compte de ces considérations et en prenant comme exemple, pour la région d'Avignon, la période la plus favorable, le mois de février où les rayons du soleil ont une inclinaison d'environ 36° , on voit en calculant d'après la loi des sinus, que, pendant la période active de l'insolation (de 10 h. à 14 h., heures solaires) le soleil déverse 4.000 grandes calories par mètre carré.

L'état hygrométrique de l'atmosphère joue également un rôle important. Plus faible est le degré d'humidité contenue dans l'air, plus élevé est le rayonnement. Dans la basse vallée du Rhône, on constate que ce sont les journées ensoleillées où le mistral souffle, que l'énergie calorifique et lumineuse est la plus grande.

b) Chauffage à l'eau chaude ou à la vapeur d'eau (source de chaleur : le charbon) :

L'emploi du thermo-siphon pour le forçage des asperges, date, en Vaucluse, de 1900. Il s'est répandu jusqu'à la guerre de 1914.

La source de chaleur est l'anthracite que l'on brûle dans une chaudière ayant un foyer semblable à celui des poêles servant au chauffage central des immeubles, par circulation d'eau chaude. Des tuyaux spéciaux sont placés dans le sol à 40 cm de profondeur.

Des batteries constituées par un ensemble de vannes permettent de changer périodiquement le sens de la circulation de l'eau chaude dans chaque circuit. La température de l'eau doit être portée au départ à 70° pour avoir autour des tuyaux placés en terre, une température de 28 à 30° c.

Mais les inconvénients sont loin d'être négligeables : il y a un mauvais rendement car on ne peut rapprocher suffisamment les tuyaux d'eau chaude du centre de la griffe d'asperge. Enfin, le prix de revient est très élevé.

c) Chauffage au moyen de couches artificielles (2).

On sait que les matières organiques des débris végétaux subissent des modifications biochimiques diverses et nous en verrons, tout à l'heure (2^{me} partie, chapitre VIII) un exemple pratique (fumier de fabrication artificielle). Ces modifications produites par oxydation, et en utilisant les ferments de l'urée, se font au moyen de réactions exothermiques* dont on peut utiliser la chaleur pour la confection de couches de la même façon qu'avec le fumier de ferme ou le fumier de fabrication artificielle à base de paille.

C'est en étudiant la marche des fermentations de ces débris végétaux que nous avons pu retenir (2) une série de matières premières pour cette fabrication artificielle des couches chaudes, tièdes et sourdes : fourrage avarié, copeaux et frisure de bois, déchets de coton (cascami di cotone, appelé « cascame »). Ce dernier produit est couramment employé en Italie (Albenga) pour le for-

gage des asperges. En France (Avignon) les résultats que nous avons obtenus avec ce procédé, sont comparables à ceux que donne la méthode au thermo-siphon, mais le prix de l'aménagement est moindre.

La paille et les copeaux de bois ne pourront être utilisés seuls, car, malgré le coup de feu du début, la température se maintient trop élevée. Il est bon d'y incorporer des frisures de bois, on obtient ainsi une excellente couche *tiède* artificielle. L'emploi du fourrage avarié permet l'obtention d'une couche chaude (48 à 50°) ; il en sera de même avec le « cascame ». En recoupant le tas de cascame, après deux mois de fermentation, on obtient encore un dégagement de chaleur assez sensible (25 à 28°) permettant de l'utiliser comme couche *sourde*.

d) Chauffage électrique (3) :

Le chauffage électrique du sol né en Scandinavie, utilisé dans divers autres pays et dont nous venons de parler à propos du chauffage des semis sous châssis, est une solution élégante et pratique, à condition que les compagnies d'électricité, qui peuvent trouver ainsi l'utilisation de kilowatts de contre pointe disponibles durant la nuit, consentent à vendre, en France, leur courant nocturne à un prix raisonnable. D'autre part, l'électrification des campagnes qui est aujourd'hui très avancée, permettra de généraliser l'emploi de cette méthode pour chauffer le sol sous serres ou sous châssis.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre VI :

1. — *Compte-rendus des journées de la défense contre les gelées de printemps.* — Livron (Drôme) du 14 au 20 Novembre 1938. — Imprimerie Charpin et Reyne. — Valence 1939.
 1°) Les données scientifiques du problème par GESLIN, CHAPTAL et AUDIGIER.
 2°) Les résultats pratiques en France et à l'Etranger par FAURE, CHASSET, CUNY, CHASSANT, Dr FAES, Dr MOREAU et GESLIN.
 3°) Appareils produits et résultats économiques par FAVOT, TROY, BRUNET, JOUDREU et DUSSERT.
2. — J. BORDAS. — *Les couches artificielles et le forçage des asperges.* — Ann. Agr. 1932 - T. II, p. 654.
3. — J. BORDAS. — *Le chauffage électrique des couches (application à la culture du melon).* — Ann. Agr. 1934, T. IV, p. 654. Et Vol. B-31 des C.R. de la 6^{me} Commission de l'Ass. Inter. de la Science du sol. — Zurich, 1937.
4. — H. GESLIN, S. HENIN et M. MARCEL. — *Utilisation du fumier artificiel au point de vue thermique en Agriculture.* — Ann. Agr. 1932, T. III, p. 670.

CHAPITRE VII

Les Vocations culturelles et le Choix des Variétés

« Non seulement l'Agriculture comparée constate que les méthodes de culture varient avec le sol, le climat et les conditions économiques, mais elle étudie comment, suivant quelles lois, elles doivent varier ».

RISLER.

(*Géologie Agricole*. — Introduction)

L'agriculteur connaissant son sol, et ayant pu, à l'origine, l'aménager et le préparer, peut songer alors aux choix de ses plantations.

Mais il doit se rappeler que les systèmes de cultures pratiquées dans chaque « pays » dépendent non seulement des conditions du « milieu » (sol, climat, morphologie*) caractérisé par l'état de la végétation spontanée préexistante, facteurs que nous avons étudiés dans la première partie de cet ouvrage, mais aussi des conditions économiques et sociales.

C'est par conséquent dans l'énumération des différentes vocations culturelles de sa région, dans l'examen des affectations rationnelles des sols, que l'agriculteur trouvera toutes indications utiles concernant la mise en culture de son domaine. Tel sera le but de l'exposé de ce chapitre qui sera en quelque sorte une esquisse de géographie agronomique ayant pour base les différents types de sols de la région du Bas-Rhône, compte tenu des autres facteurs caractérisant le « milieu ».

(Voir cartes agronomiques p. 106 et suivantes).

1°) Vocation culturelle des sols rouges sur calcaires durs

La seule région de culture de cette zone est le plateau de Saint-Christol (1) que nous prendrons comme exemple au point de vue

(1) Le pays de Sault qui s'étend en Haute-Provence, du Ventoux à La Lure et aux Monts de Vaucluse, possède une pénéplaine* véritable cause, à près de 1.000 mètres d'altitude, aux confins des départements du Vaucluse, des Basses-Alpes et de la Drôme ; c'est le vaste plateau de St-Christol dont la superficie est d'environ 20.000 hectares (Voir carte p. 99).

agronomique, mais nous dirons auparavant quelques mots des vocations forestière et pastorale de nos montagnes et garrigues provençales.

a) *Aménagement forestier :*

Nous avons déjà montré l'évolution des forêts méditerranéennes ; nous n'indiquerons que les grandes lignes de l'œuvre des forestiers. Celle-ci est basée sur deux principes : arrêter la régressivité en évitant de découvrir le sol et chercher un mode de traitement rationnel.

D'après JOUBERT, le taillis sous futaie est définitivement à condamner après un siècle d'expérience, et le taillis à très long terme serait un moyen, à condition que ce terme soit d'autant plus long que la situation est moins favorable. Mais, d'autre part, le taillis est un obstacle à l'extension des essences précieuses que l'art du forestier doit chercher à maintenir.

Dans le Midi, la futaie est souvent irréalisable directement par manque d'éléments constitutifs ; l'yeuse est à rejeter et le pubescent n'a pas de place avantageuse en futaie serrée. Les cèdres, le pin d'Alep, ont certainement une large place possible. Les premiers ont été essayés avec succès au Ventoux et les pins dans les Alpilles et en bien des endroits de la rive gauche du Rhône. Ce sont des pionniers de sols déjà dégradés et c'est sous le couvert de ces arbres que lentement, on arrivera à régénérer les forêts d'yeuses et de pubescents.

Comme l'écrit si justement KUHNHOLTZ-LORDAT (9) « le plan d'aménagement est un gage de durée pour la forêt parce qu'il prévoit sa reconstitution tout en retirant le maximum de produits compatible avec son équilibre biologique qu'il faut maintenir à tout prix ».

b) *Aménagement de la garrigue.*

La sylve (chênaie méditerranéenne) a été détruite par l'homme et il n'y a plus de relique *intacte* de la forêt primitive dans nos régions méridionales. Elle a fait place en bien des endroits, ainsi que nous l'avons signalé dans la première partie de cet ouvrage (chapitre III) à *la garrigue* en zone calcaire et *au maquis* en zone siliceuse. Ce dernier est bien moins répandu dans la région du Bas-Rhône.

L'aménagement rationnel des garrigues en lieux de pâturages (saltus) pour ovins, n'est pas sans intérêt pour les propriétaires de ces terrains déshérités ; ce problème a été fort bien étudié par KUHNHOLTZ-LORDAT (9).

Cet auteur distingue ainsi plusieurs « saltus » en rapport étroit d'ailleurs avec la roche-mère et les sols.

1°) Saltus sur calcaire compact :

C'est la garrigue enrochée après l'érosion des pentes et les pratiques incendiaires (zone des sols rouges des lapiaz* et péné-

plaines* calcaires, zone des sols rendziniformes* des pentes des pays de Sault et d'Apt). Ici le petit chêne kermès est l'un des meilleurs colonisateurs, mais s'il disparaît, c'est une végétation plus rase qui prend le dessus et au milieu des touffes de thym et de lavande aspic nous trouvons le saltus à brachypode rameux. Le mouton aime cette herbe courte que l'on a trop tendance à régénérer par les feux. Une réglementation de cette pelouse à brachypode doit donc être envisagée par une mise en défens convenable, par rotation des feux et par modification de la composition floristique insuffisamment variée. Sinon, on risque d'atteindre rapidement le stade ultime et stérile de la dégradation avec les asphodèles, les chardons et les euphorbes inutilisables, stade sur lequel nous avons déjà attiré l'attention.

2°) Saltus sur calcaires tendres et marnes :

Sur ces roches-mères et sols qui en dérivent (sols bruns calcaires et sols rendziniformes*) domine le pin d'Alep, arbre typiquement provençal, mais nous avons affaire dans cette zone plutôt à un *saltus boisé*. Nous y rencontrons une plante mellifère, le romarin accompagné d'une flore herbacée assez variée en ressources alimentaires : graminées, légumineuses et aphyllanthe. Cette dernière plante, petite liliacée à fleur bleue, si profitable aux moutons, devrait être protégée et répandue le plus possible afin de ralentir l'érosion si facile sur ces sols meubles et ces roches tendres.

3°) Saltus sur roches siliceuses :

Il est très restreint dans le Bas-Rhône. Nous le trouvons sur les débris de silex du plateau de Sault, sur les collines gréseuses d'Uchaux, sur les sables de Saint-Laurent-des-Arbres et sur les terrasses rhodaniennes décalcifiées (voir plus loin).

Souvent le pin maritime colonise ces zones après éviction des chênes par les abus ; on y trouve également quelques châtaigniers, puis nous y rencontrons la callune, les bruyères, l'arbousier et les cistes silicicoles. La Crau, avec ses « coussous » représente un saltus sur roches siliceuses très dégradé.

Et KUHNHOLTZ-LORDAT (9) conclut ainsi :

« Le saltus méditerranéen a ses caractères propres, obligatoirement extensifs, parce que très difficilement améliorables. Et c'est pour cela qu'il convient d'étudier particulièrement les possibilités d'un appoint complémentaire puisé dans « l'ager ». Celui-ci, comme la forêt, peut parfaitement être conduit par des méthodes intensives ».

Ainsi dans tous ces « saltus », et dans le pays de Sault (saltus) en particulier, l'élevage du mouton et la culture s'adaptent l'un à l'autre et se complètent. Cette antique économie rurale a subsisté à quelques lieues de distance des riches plaines alluvionnaires irriguées portant les cultures maraîchères et fruitières, ou bien encore le grand vignoble. Pourtant le troupeau de moutons n'est pas seule-

ment une survivance du mode de vie de jadis, il représente pour bien des agriculteurs, surtout à l'époque actuelle, une ressource d'appoint non négligeable.

Toutefois, le manque de bergers a fait diminuer le nombre de troupeaux ; ceux-ci ne ressemblent guère aux longues théories de moutons qui cheminaient à travers les garrigues, vers les drailles de la montagne.

La brebis de la race de Sahune (Drôme) (1) est parfaitement adaptée à ces pays ; c'est une race de parcours recommandable dans le « saltus » extensif méditerranéen. Toutefois, le croisement de la brebis Sahune avec un « Charmois » ou un « Southdown » — pratique courante actuellement — a l'avantage d'augmenter sensiblement le rendement en viande des agneaux. D'autre part, l'adaptation de ces béliers est parfaite à l'altitude du plateau de Saint-Christol où le climat méditerranéen est moins accentué. Aussi la transhumance, pratique née du climat, ce rythme annuel si ancien qui évoque les migrations antiques des peuples pasteurs et que l'on retrouve dans le bassin méditerranéen, n'existe pas ici. Le pays de Sault n'est que le lieu de passage des transhumants venant de la plaine et qui s'en vont vers les pâturages des hautes montagnes dans les Alpes voisines.

« La laine et les fromages de chèvres (de Banon) sont pour ce pays des ressources précieuses, et au printemps, on va vendre les agneaux à Sault et à Forcalquier. On élève aussi les abeilles depuis la plus haute antiquité sur les hauts plateaux vaucloviens, comme le prouve le nom du plateau qui s'étend au sud de la Gabelle (*Quartier des Abeilles*). Chaque village, chaque ferme, a ses ruchers ; le miel du Ventoux a une saveur très recherchée et une grande réputation » (GEORGE).

c) *Aménagement cultural.*

Le paysan de cette partie de la haute Provence, isolé, loin de tout grand centre, de toute ligne de chemin de fer, a dû fournir de tout temps un gros labeur pour mettre en valeur cette terre malgré tout ingrate. Nous en avons pour preuve ces immenses et interminables talus ou petits murs de pierres de toutes tailles qui entourent les champs et qui proviennent de l'épierrage. (Dans cette région le calcaire libère beaucoup de rognons de silex).

Les sols rouges et les sols bruns du pays de Sault (plateau de Saint-Christol), vu leur faible épaisseur et étant donné les conditions du climat (sécheresse estivale aussi accentuée qu'en plaine), ne porteront que des cultures peu exigeantes.

Les propriétés sont vastes ; on y fait encore un peu de culture extensive, la jachère étant une pratique courante. Mais on tend

(1) Dans la partie occidentale de la garrigue nîmoise et dans toute la garrigue languedocienne on trouve la race caussenarde du Larzac, également bien adaptée au Saltus extensif.

tout de même à adopter de plus en plus un assolement quadriennal ainsi constitué :

1^{re} année : pomme de terre.

2^{me} année : blé.

3^{me} année : orge ou avoine.

4^{me} année : trèfle (une coupe et récolte des graines) semé dans la céréale de la précédente année.

Dans les parties les plus hautes du pays de Sault, à Brouville en particulier, on fait des pommes de terre de semences (1) mais aucun contrôle n'est encore établi ; un effort dans cette voie serait, certes, des plus profitables.

Le blé cultivé est la saissette de pays ; on sème plus rarement la tuzelle et encore moins des blés de printemps (Florence-Aurore) qui ne réussit pas très bien.

Les rendements sont faibles : 8 à 10 quintaux à l'hectare en moyenne. La région du Revest-de-Bion est plus productive (jusqu'à 12 et 15 quintaux à l'hectare), ce qui est assez honorable pour ces régions méridionales. Une amélioration sensible pourrait être obtenue par un emploi plus rationnel des engrais encore fort mal utilisés sur ce plateau.

Enfin, une culture spéciale, la seule vraiment rémunératrice depuis quelques années dans ces régions, va retenir notre attention étant donné ses exigences, tant au point de vue pédologique* que climatique, c'est la *lavande*.

Les garrigues doivent leur parfum pénétrant, l'été, aux touffes gris-verdâtre de lavande mélangées à celles du thym et de la sarriette ; à plus de 500 mètres d'altitude, il s'agit de la lavande vraie (*lavandula officinalis*) et non de l'aspic (*lavandula latifolia*).

Cette labiée trouve sur une bonne partie des montagnes de la Haute-Provence, son milieu favorable. Sur substratum calcaire, nous la trouvons sur le plateau de Saint-Christol et son pourtour (Saint-Jean, Lagarde) ; sur substratum de cailloutis des hautes terrasses, nous la signalons sur le plateau de Valensole (Basses-Alpes).

Au point de vue sol, la lavande vraie exige un terrain perméable ou s'égouttant bien ; nous la rencontrons sur les sols rouges bien en pente et où l'écoulement de l'eau se fait normalement au niveau de la roche-mère et également sur les sols de rendzine* des éboulis perméables (Voir la photo page 93).

Au point de vue méso-climat, sa meilleure exposition sera sur les plateaux bien découverts et quand on descend au-dessous de 500 mètres, sur les versants nord (ubac) des collines calcaires. La lavande n'aime pas l'ombre mais elle craint l'excès de chaleur. Une des plus belles et importantes lavanderaies de cette région de Sault est celle de « Champ-Long » qui comprend 100 hectares de lavan-

(1) La variété « Ella », de Hongrie y est cultivée depuis une trentaine d'années.

des cultivées et plus du double de lavandes à l'état sauvage mais labourées.

Dans ce domaine, les meilleures conditions de milieu (sol, exposition et climat), se trouvent réunies pour la culture de cette plante. Nous avons d'ailleurs constaté [BORDAS, JOESSEL et ANRES (1)] que l'aire de production de la lavande vraie est relativement restreinte et que l'extension de sa culture, ne peut se faire que si l'on tient compte des conditions d'adaptation de cette plante ainsi que de certains soins cultureux. Dans le cas contraire, on observe rapidement des dépérissements des plantations.

En Vaucluse (pays de Sault), dans les Basses-Alpes et dans la Drôme (Diois et Baronnies), les rendements en essence peuvent atteindre jusqu'à 40/45 % dans les bonnes lavanderaies (calculé en acétate de linalyle). Cette richesse en éther varie selon l'indice d'aridité et le type de sol. Une carte indiquant la teneur moyenne en essence de lavande, par cantons, a été dressée par RODIER (Grasse) pour le sud-est de la France.

On peut donc dire que cette labiée odorante qui couvre de son beau manteau bleu des régions montagnardes si déshéritées, a sauvé de la dépopulation une bonne partie des départements du sud-est. Cet exemple nous montre l'acharnement du paysan à tirer partie d'un sol pauvre ; il nous montre la lutte pénible mais victorieuse de l'homme contre la pierraille !...

2°) Vocation culturelle des sols rouges des terrasses fluviales

Dans le Midi, les terrasses fluviales et les sols rouges qui les surmontent, sont des zones sèches.

Alors que les terrasses rhodaniennes du Bas-Dauphiné au sud-est de Lyon, portent des cultures variées qui sont assez florissantes, l'aridité de ces mêmes sols se fait de plus en plus sentir au fur et à mesure que l'on descend le cours du Rhône. Déjà dans la moyenne vallée, à Saint-Rambert et dans la région de Châssis (Drôme), on n'y trouve guère que des cultures arbustives : cerisiers, pêchers et vignes. Ces dernières se maintiennent seules, avec quelques abricotiers, sur les terrasses du Bas-Rhône et enfin, en arrivant en Crau, c'est la steppe quasi-désertique.

Le sol rouge des terrasses est le principal type de sols des vignobles des « Côtes du Rhône » dont nous indiquerons les caractéristiques un peu plus loin.

Dans la basse vallée du Rhône, les sols sur terrasses, au point de vue culturel, se divisent en plusieurs groupes bien caractéristiques. Il faut tout d'abord, distinguer ceux qui sont irrigables ou non.

1°) Sols non arrosables

— Région de Valréas (chênes truffiers et vignes des « Côtes du Rhône »).

— Région de Sainte-Cécile et Tulette (vignobles des « Côtes du Rhône »).

— Plateau de Saze (abricotiers et vignes des « Côtes du Rhône »).

— Plateau de Mazan (cultures diverses, asperges et tomates de conserve).

(Ici le sol rouge non caillouteux en surface atteint une épaisseur assez grande).

— Plateau de Clary et terrasses du Tricastin (bois de chênes-verts, région des Blaches).

(Deux des rares zones boisées des terrasses rhôdaniennes).

— Châteauneuf-du-Pape (type des vins de crû).

— Costières du Gard (région de vignobles ; beaucoup trop d'hybride alors que le « Vitis Vinifera » y donne un bon cru : Clairette de Bellegarde).

— Plan-de-Dieu (bois de chênes-verts, vignobles des « Côtes du Rhône », essais de culture du pyrèthre (1) et quelques zones de dépaissance (saltus sur roches siliceuses).

— Plateau de Valensole (son altitude de 6 à 700 mètres lui permet la culture de la lavande vraie à côté de quelques amandiers).

— Région de Carpentras (chênes truffiers, vignobles).

— Crau (la plus méridionale des terrasses, la plus aride, la plus ventée) : aucune culture dans les « coussous » qui constituent un saltus type sur terrains siliceux.

2°) Sols irrigables

— Région de Carpentras (cultures maraîchères et surtout culture des fraises).

— Banlieue sud-ouest d'Orange (culture maraîchère et quelques fraises).

— Région d'Avignon : Morières, le Pontet, Montfavet (cultures maraîchères et prairies artificielles).

— Crau (prairies artificielles, luzernières et depuis peu, cultures maraîchères).

(Il est bien entendu que nous ne parlons pas ici, pour le mo-

(1) A la suite des travaux du Dr FAES, en Suisse, et des professeurs PERROT et JUILLET, en France, sur l'action insecticide du pyrèthre, nous avons connu 3 ou 4 pionniers qui ont tenté en grand, la culture de cette plante, dans les sols secs des garrigues du Bas-Rhône. Le pyrèthre est, semble-t-il, bien adapté à ce milieu comme en Dalmatie ; son pays d'origine, mais le prix de revient, les débouchés et la concurrence d'autres produits insecticides sont peut être les raisons qui empêchent l'extension de sa culture.



(Photo Bartesago, Avignon).

LES VIGNOBLES DE SABLE EN CAMARGUE

Une zone sableuse provenant des anciennes petites dunes « les montilles » s'étend en bordure de la Méditerranée et dans la petite Camargue, au delà du petit Rhône, jusque vers Aigues-Mortes. Elle porte des pins pignons et des vignobles ; on voit sur cette photographie la pratique de « l'enjoncage » pour lutter contre l'érosion éolienne.



(Photo Bartesago, Avignon).

CHATEAUNEUF-DU-PAPE ET SON VIGNOBLE

Sur les terrasses dominées par les ruines du vieux château des Papes, au milieu d'une mer de cailloux roulés, cachant même par endroit le sol rouge si caractéristique, s'étend le célèbre vignoble donnant ce vin couleur de rubis, ce « vin royal, impérial et pontifical » si cher à MISTRAL.

ment, des sols d'alluvions modernes irrigués également par les mêmes canaux).

Ainsi, en terrain non arrosable, les sols des terrasses méridionales ne peuvent porter qu'une seule culture réellement rémunératrice, celle de la vigne, à condition de bénéficier des avantages de l'appellation d'origine : « Côtes du Rhône », car les rendements sont faibles (20 à 40 hectos maximum).

L'abricotier ne réussira qu'aux endroits où cet arbre trouvera, grâce au pondingue situé à une profondeur convenable et au substratum géologique (argile du Plaisancien* ou de l'Astien* inférieur), une zone imperméable retenant un peu de fraîcheur (plateau de Saze).

Enfin deux autres cultures peuvent encore revaloriser ce type de sol, la lavande, en altitude, dont nous avons déjà parlé et le chêne truffier, sur les basses terrasses (surtout sur les sols rouges des terrasses).

La récolte des truffes était jadis une ressource des communaux avec celle du kermès, fournissant une teinture rouge. Il y a cinquante ans à peine que l'on a songé à planter des chênes verts ou des chênes blancs provenant de pépinières, issus de chênes truffiers dont la racine pivotante a été coupée ; la truffe ne se développe en effet, qu'à quelques centimètres du sol sur les racines de ces arbres. Une plantation ne rapporte guère qu'au bout de 12 à 15 ans et on a tout le temps de faire de maigres cultures intercalaires.

La truffe de Vaucluse est très appréciée et une grande partie est d'ailleurs achetée par des maisons de commerce du Périgord !

Parmi les cultures irriguées, deux retiendront notre attention : *les fraises et le fourrage* ; elles paraissent bien adaptées à ces sols rouges des terrasses (qui d'ailleurs passent en quelques années à l'état de paléosols* grâce au colmatage !). Mais la nature de ce substratum, sa perméabilité semblent toujours jouer un rôle important à tel point que l'on peut parler de « crus » en nommant les fraises de Carpentras, les foins de Crau et de Montfavet.

La culture des fraises est apparue vers 1882 dans la région de Carpentras. Elle a pris vite un certain essor ; les fraises, grâce au « terroir » sont fermes et résistent bien aux voyages lointains. Du 15 mai au 15 juin, on expédie 1.000 à 1.200 tonnes de ce fruit écarlate.

Cette plante exige des soins cultureux minutieux, notamment pour l'épandage d'engrais (suivi d'un balayage), pour l'arrosage qui doit éviter d'envahir les planches, pour la récolte et l'expédition qui réclament une armée de jeunes femmes habiles, venant généralement des Cévennes.

Les foins de Crau doivent leur valeur à leur faible teneur en cellulose. Ils ont une alcalescence élevée.

L'exploitation intensive des prairies de Crau, partant d'un sol pauvre à l'origine mais amélioré progressivement par le colmatage, exige malgré tout, un large emploi des engrais (voir chapitre VIII). La surface des prairies en Crau, atteignait avant cette guerre, près

de 15.000 hectares et la production moyenne dépassait le million de quintaux. La plupart des agriculteurs d'Arles, de Raphèle, de Saint-Martin-de-Crau, de Salon, etc... sont groupés en Syndicat de défense des producteurs de foin de Crau.

Les caractéristiques des vignobles des « Côtes du Rhône » (6)

Ces vignes doivent être situées dans l'aire de production communale tracée par les experts chargés de la délimitation et approuvée par le Comité National des Appellations d'Origine (1). Ce travail a été fait en tenant compte des usages « locaux », « loyaux et constants », base juridique de toute appellation. Cette aire correspond à des sols peu fertiles dont le type le plus répandu est justement le sol rouge sur terrasses fluviales. D'autre part le degré alcoolique minimum est fixé à 10°5 et le rendement maximum à 40 hectolitres à l'hectare.

Enfin les cépages doivent être choisis parmi la liste de ceux qui sont autorisés par les décrets du 19 novembre 1937 et du 9 novembre 1939 (voir tableau des crus viticoles p. 220).

Pour un vignoble des « Côtes du Rhône » sud, c'est-à-dire situé sur les terrasses et les côteaux de la basse vallée rhodanienne, nous conseillons la répartition suivante des cépages :

1/3 Grenache.

1/3 Clairette et Carignan (ce dernier à supprimer progressivement).

1/3 Cinsault, Mourvèdre, Bourboulenc.

Le grenache et le cinsault donnent au vin la chaleur, la liqueur et le moelleux ; le mourvèdre, la solidité, la conserve, la couleur avec un goût droit et désaltérant ; la clairette et le bourboulenc (cépages blancs) donnent de la finesse, le feu et le brillant. On aura ainsi un « type de vin » caractérisé par ces cépages et dont la qualité est donnée par le « milieu » (sol, climat, exposition).

Le carignan est un plant moins fin ; il est mieux à sa place dans le vignoble provençal du Var ou celui du Languedoc. D'autre part, il est très sensible à l'Oïdium. Sa suppression est envisagée. En 1950 il sera exclu de la liste des cépages autorisés.

Si l'on veut éviter la coulure du grenache, surtout en terrain un peu fertile, on devra le greffer sur les Berlandieri×Rupestris R., sur Télési 5 BB, sur Bourrisquou×Rupestris 93,5, sur Chasselas×Berlandieri 41 B. ou, enfin, sur Riparia×Berlandieri 161-49.

(1) Consulter, en ce qui concerne les vins des « Côtes-du-Rhône » les plans cadastraux déposés au bureau d'Avignon (92, rue Joseph-Vernet), du Comité national des appellations d'origine des vins et eaux-de-vie.

N.-B. — La réhabilitation des crus viticoles de la région du Bas-Rhône (appellations régionale et communale) est l'œuvre du baron LE ROY, Président du Syndicat des vignerons des « Côtes-du-Rhône ».

TYPE DE SOL	Calcaire	PORTE-GREFFE	OBSERVATIONS
Sols squelettiques des arènes des phyllades et des micaschistes et sols bruns à 2 horizons sur ces mêmes roches-mères.	0 pH < 7	Riparia × Rupes- tris × Cordifolia 44- 53.	Le Cordifolia est le plant des climats chauds et arides, à préconiser dans les vignobles de Ba- nyuls (P.O.) et des Maures (Var).
Sols jeunes d'alluvions fertiles.	10	Riparia × Gloire de Montpellier.	Assez fréquemment court-noué en pépinière.
Sols jeunes alluviaux ou colluviaux profonds et hu- mides.	25	Riparia × Rupes- tris 3.306.	Assez fréquemment court-noué en pépinière.
Sols jeunes alluviaux ou colluviaux profonds mais plus secs que les précé- dents.	25	Riparia × Rupes- tris 3.309.	Assez fréquemment court-noué en pépinière.
Sols rouges méditerranéens et sols rendziniformes assez profonds, ni secs, ni humides.	30	Rupetrus du Lot (Monticola).	Assez fréquemment court-noué en pépinière. Favorise la coulure du Grenache, du Muscat, etc. en terrain un peu fertile.
Tous les types de sols assez fertiles.	35	Riparia × Berlan- dieri 420 A.	Bonne reprise au greffage.
Sols éoliens maritimes.	35	Aramon × Rupes- tris Ganzin N° 1.	Réservé au littoral (vins de sables).
Sols sablonneux et frais.	40	Mourvèdre × Ru- pestris 1.202.	Résiste insuffisamment au phylloxéra.
Tous les types de sols généralement assez secs.	40	Riparia × Berlan- dieri Téléki 5. B. B.	Assez fréquemment court-noué en pépinière.
Sols rouges méditerranéens, sols squelettiques et rendziniformes secs et peu fertiles.	45/50	Berlandieri × Ru- pestris Richter 44, 57, 99, 110.	Très résistants à la sé- cheresse et au calcaire.
Tous les types de sols, sauf ceux qui sont trop secs.	50	Riparia × Berlan- dieri 161-49.	Bon porte-greffe du Ca- rignan, des raisins de ta- ble et des producteurs di- rects.
Sols squelettiques secs et sablonneux.	55	Bourrisquou × Ru- pestris 93-5.	A conseiller dans les sols non phylloxerants.
Sols jeunes alluviaux et colluviaux profonds et très calcaires.	70	Chasselas × Ber- landieri 41 B.	Départ lent.
Sols très calcaires et as- sez secs (Rendzines).	70	Cabernet × Ru- pestris 333 E.M.	Souvent résiste mal au phylloxera.
Sols peu calcaires.	15	Solonis × Rupes- tris 216-3.	Très utilisé en Afrique du Nord.
Sols salins calcaires.	30/40	Berlandieri × No- vomexicana R. 31.	A préconiser en Camar- gue et en Bas-Languedoc.

Le porte-greffe le plus employé est le *Rupestris* du Lot, appelé à tort *Monticola*, dont les racines profondes conviennent à ces types de sols des terrasses, d'ailleurs pas très riches en calcaire. Mais, ce porte-greffe est fréquemment court-noué dans les champs de pieds-mères. Il faut donc faire attention à l'heure actuelle, étant donné l'extension de cette maladie encore mal connue.

Dans les zones moins sèches, on emploie le *Riparia* × *Rupestris* 3.309 et surtout le 161-49, qui résiste à des doses plus élevées de carbonate de chaux. En tout état de cause, le cultivateur, avant d'acheter ses porte-greffes, devra consulter une Station Agronomique, qui lui donnera ainsi que nous l'avons vu, tous renseignements utiles.

Etant donnée l'importance du choix convenable d'un bon porte-greffe dans l'aménagement d'un domaine viticole, nous donnons ci-après un tableau de la recherche des porte-greffes adaptés aux types de sols méditerranéens.

On plante généralement dans la région rhodanienne les vignes beaucoup trop rapprochées (1 m. 50 × 1 m. 50) et parfois plus près encore. Il y a intérêt, pour permettre le passage facile des instruments aratoires ou de traitements, à adopter l'écartement de 2 m. x 1 m. 25 avec, toutes les quatre rangées, un espacement de 2 m. 50 pour donner accès aux charrettes (apport du fumier ou des engrais et enlèvement de la vendange).

3°) **Vocation culturelle des sols rouges loëssiques***

La route nationale qui relie Nîmes à Avignon, traverse ou longe une bonne partie de la garrigue. On est étonné, quand on emprunte ce chemin, de passer d'un paysage aride à des zones cultivées, de fraîcheur relative, qui contrastent avec la sécheresse avoisinante. La couverture loëssique* qui recouvre par endroits encore la roche blanche calcaire en est la cause.

C'est ainsi qu'avant de redescendre sur Avignon on trouve sur la pénégaine* des Angles des champs de céréales, des abricotiers, des amandiers, des vignes qui plongent leurs racines dans la couche (mince ici) de sol rouge loëssique. On retrouve ces mêmes cultures dans les autres petits bassins fermés de la garrigue nîmoise, mais ici la terre arable est alors constituée par notre sol rouge sur « Terres Rouges » précédemment décrit. Ce sont de maigres cultures aux rendements faibles car le sol rouge, reposant directement sur substratum calcaire, atteint à peine 20 à 30 cm d'épaisseur.

Sur la Costière du Gard, le loëss* surmonté par son sol rouge atteint, à certains endroits, plus d'un mètre de hauteur ; il permet un plus large choix de cultures ; celle des plants de vignes est très prospère (pépinières - voir plus loin).

Les sols loëssiques, dans la moyenne vallée du Rhône, reposant sur des roches moins perméables, et étant sous un climat moins sec, sont considérés comme de bonnes terres de cultures (région de

Toulaud dans l'Ardèche et de Larnage dans la Drôme). Aussi, tout comme les limons fluviaux modernes, ne portent-ils pas de vignobles à appellations d'origine. On peut être moins sévère à leur égard dans la basse vallée du Rhône, d'abord parce que leur épaisseur (sauf à Collias et à la Valbonne où alors on se trouve en zone boisée) est généralement faible, ensuite parce que leur perméabilité étant grande ici, ces sols souffrent malgré tout un peu de la sécheresse estivale. (L'indice d'aridité de juillet est ici égal ou inférieur à 10 alors que dans la moyenne vallée du Rhône, ce même indice est supérieur à 20).

Nous rencontrerons donc quelques vignobles des « Côtes du Rhône » sur sol rouge loëssique reposant sur sable, à Roquemaure, à Saint-Gervais, à Saint-Martin-d'Ardèche. A Tresque on trouve sur le loëss reposant sur marnes plaisanciennes* peu profondes, de très belles plantations de pêchers. Enfin l'asperge donne de très bons résultats dans ces sols rouges loëssiques ainsi d'ailleurs que dans les dépôts de loëss initiaux. Les plus belles cultures sont situées dans la région de Roquemaure (au sud de la barre du Lampourdier) et dans la région de Garons sur la Costière.

C'est certainement cette récolte, quand la culture est rationnellement conduite (apports importants d'engrais, soins culturaux et traitements antiparasitaires), qui, avec les vins à appellations contrôlées, sont, sur ces sols, les plus rémunératrices.

Le jour où le Gard sera irrigué au moyen du nouvel aménagement du Rhône (le canal prévu passerait à une cote de près de 130 m.), ces sols loëssiques joueront le même rôle que les terrains d'alluvions modernes de la plaine du Comtat Venaissin (projet de la Tave dont une première tranche est en cours d'achèvement, cote 60).

4°) **Vocation culturelle des différents sols squelettiques**

A) Sur grès :

A la Chartreuse de Valbonne la forêt, très anciennement installée, se maintient encore sur une partie de ces sols squelettiques. Le pin d'Alep et le pin pignon y prospèrent bien. Si le niveau de la nappe phréatique* n'est pas trop bas, comme dans le cas des sols sur grès de l'Albien* inférieur du bassin d'Apt, on aura d'assez bonnes terres à blé. Au contraire, les sols lithochromes* dérivant des sables gréseux rouges et jaunes de l'Albien* supérieur ou du Vraconien* sont plus secs (asperges, cerisiers, vignes).

Dans les environs d'Orange, les sols sur le sable provenant de la décomposition du grès du Cénomaniens*, peuvent être arrosés ; ils porteront alors diverses cultures fruitières et maraîchères. Ailleurs, ces mêmes sols non irrigués, sur les deux rives du Rhône (au sud de la Valbonne et dans le Tricastin) ne seront favorables qu'à la culture de la vigne (quelques vignobles à appellation contrôlée « Côtes du Rhône »), à celle de l'olivier et de l'abricotier.

L'abricotier, que nous retrouvons aussi sur d'autres sols squelettiques, est bien un arbre fruitier rhôdanien. Il ne craint pas énormément le vent et grâce à un traitement régulier contre le corynéum et surtout le monilia, la production est, depuis dix ans, plus régulière et sensiblement augmentée, d'autant qu'à côté des anciennes variétés déjà appréciées (Luizet, Rosé, Paviot), on en a introduit de nouvelles très intéressantes : Rouge de Roussillon, Bulida et Bergeron.

(Voir la carte des berceaux d'origine d'adaptation page 216).

B) *Sur sable et mollasse** :

Les sols sableux sont généralement arides sous le climat méditerranéens, toutefois, si la roche géologique, située sous la roche-mère, est quelque peu imperméable et pas trop profonde (cas des marnes de l'Astien* inférieur situées sous les sables), on pourra planter avec succès, vignes, cerisiers, abricotiers et asperges.

Le même phénomène peut s'observer sur la mollasse sableuse qui devient plus argileuse en profondeur (Helvétien* inférieur).

Sols secs sur les pentes, ils deviennent plus fertiles sur les petits plateaux et dans les vallons. La vigne et l'asperge semblent particulièrement bien adaptées à ce type de sol.

La culture de l'asperge est assez répandue dans les basses vallées du Rhône et de la Durance. Les sols squelettiques sur sable et mollasse, à Aubignan, Mondragon, Roquemaure, Roussillon et les sols gris jeunes des vallées (type sableux) conviennent bien à cette culture.

Ce sont des sols profonds, meubles, sains et chauds, conditions favorables à la création d'aspergeraies. La variété violette de Hollande et sa sous-variété rosée d'Argenteuil, sont les plus cultivées ; cette dernière est très précoce. Les agriculteurs sont arrivés à l'améliorer encore en sélectionnant les graines récoltées sur les plants les plus vigoureux et les plus précoces. La méthode du forçage de l'asperge qui est la culture des plantes à contre saison, ne se justifie que par les hauts prix réalisés dans la vente des produits ainsi obtenus avant terme. Le forçage de l'asperge se pratique surtout à l'aide de serres ou de châssis (1/2 forçage en utilisant seulement la chaleur solaire) ou bien en se servant de divers procédés pour réchauffer le sol : couche au fumier naturel ou artificiel, déchets de coton (cascame), thermo-syphon, chauffage électrique, méthodes dont nous avons parlé au chapitre VI.

Dans le bassin d'Apt-Forcalquier, dans celui d'Alès, dans le Nyonsais et dans le pays d'Aigues, au pied du Luberon, ces sols squelettiques sableux, associés aux sols d'érosion sur marnes constituent un milieu favorable à la polyculture provençale. C'est la liaison antique du blé, de la vigne et de l'olivier, cultures à rendement médiocre, associées à l'élevage du mouton (1), où se manifeste

(1) Saltus sur roche-mère tendre. Voir plus haut page 201.

la profonde symbiose du paysan et de la nature sous une forme de vie encore primitive mais infiniment harmonieuse. Toutefois, le viticulteur des pentes du Ventoux et des Monts de Vaucluse, a su revaloriser ses maigres tènements en soignant ses plants « durs » : grenache, clairette, carignan qui produisent un vin de qualité (vins délimités de qualité supérieure).

Dans les parties plus fertiles, la culture du raisin de table tardif (servant, gros-vert) est rémunératrice.

Enfin, dans certains endroits du pays d'Aigues, et de la région de Manosque, la culture fruitière (pêchers, poiriers, pommiers) commence à prendre un certain essor.

Ainsi, tous ces pays qui ont conservé le patrimoine régional de l'exploitant suivant la nature de leur sol peu prodigue, tendent toutefois, par l'adaptation de nouvelles cultures plus rémunératrices, à sortir de leur médiocrité séculaire.

C) *Sur marnes :*

Les agriculteurs classent ces sols squelettiques dérivant des marnes parmi les « terres fortes ». Elles présentent certaines difficultés culturelles accrues par le climat méditerranéen. Les parties les plus basses, où l'eau pourra s'écouler, seront humides d'octobre à avril, et en été, ces sols, s'ils ne sont pas travaillés à temps, se fendilleront, durciront et sècheront. Ces zones correspondent à celles de la grande culture, céréales, luzernes, tandis que les pentes, les plus sèches même au printemps, porteront des cultures arbusives, vignes, cerisiers et abricotiers dans la vallée du Rhône. C'est la région de polyculture provençale dont nous avons déjà parlé et qui incorpore, petit à petit, certaines plantations d'un meilleur rapport (arbres fruitiers, raisin de table).

Les cultures fourragères dans ces pays méridionaux, étant donné les conditions de « milieu » ont toujours été un problème assez difficile à résoudre. La luzerne, le sainfoin, parfois le trèfle, réussissent assez souvent, mais les coupes se limitent à deux, alors qu'en plaine ou dans certaines régions plus favorisées, on fait normalement trois coupes et un regain. Dans les zones les plus sèches, on a recours aux vesces et à la erse lentille en culture dérobée.

D) *Sur débris de silex du plateau de Saint-Christol :*

Ces sols appelés « terres blanches » correspondent principalement à deux bandes de terrain boisé du plateau de Saint-Christol ; une première, au nord, qui s'étend de Sault à Revest-de-Bion par la Ferrassière et le nord de la commune de Saint-Trinit ; une deuxième qui est située à l'est, allant du Revest-de-Bion au hameau de Chavon. (Voir la carte page 99).

Dans un pays aussi caractéristique que ces pénéplaines* calcaires, ces « terres blanches » reposant sur l'argile rouge siliceuse, véritable « bief à silex » du nord de la France, entrent dans le paysage comme un élément puissant de différenciation géographique.

On est étonné de trouver à côté des pins et des chênes blancs, ces peupliers trembles et ces châtaigniers qui forment de belle futaies, puis de rencontrer des friches humides à rumex, voire même, des petits étangs (Revest-de-Bion). C'est le même phénomène que l'on observe en Picardie où l'argile à silex différencie un pays frais comme le Vimeu, d'un pays aride comme le Santerre. Toutefois, on ne peut établir sur le plateau de Saint-Christol des prairies comme il en existe dans le nord de la France sur les « biefs à silex ». Ainsi, la seule vocation culturelle de ces sols squelettiques siliceux est la forêt : chêne blanc, pins sylvestre et d'Autriche, peuplier, châtaignier, sont les essences que l'on rencontre sur ce plateau situé à plus de 800 mètres d'altitude.

La strate arbustive est ici caractérisée surtout par la bruyère (*calluna vulgaris*), par le genêt à balai (*sarothamnus scoparius*), et la strate herbacée par deux graminées (*bromus erectus* et *brachypodium pinnatum*).

E) Des sables éoliens des dunes :

Il s'agit de ces régions sableuses provenant des anciennes petites dunes de Camargue, les « montilles » et que colonisent d'abord l'oyat puis le pin pignon et le genévrier de Phénicie. Cette zone forestière qui couvre actuellement 380 hectares devait être jadis plus vaste et s'étendre jusqu'aux marais de Saint-Gilles et aux portes d'Aigues-Mortes. C'était, comme le signale NEGRE (11) la sylve gothique, la sylve réal (d'où le nom du village de Silveréal) mentionnée dans plusieurs textes de l'abbaye de Psalmody.

Une seule culture semble convenir à ce type de sol, c'est celle de la vigne. Il s'agit encore de plants directs, de plants français non greffés sur américains ou franco-américains, le phylloxera étant très peu actif dans ces sables. C'est une des seules régions de France, avec la plaine alluviale camarguaise toute voisine (submersion) où l'on a pu conserver les vieux plants de *vitis vinifera*. On obtient avec la clairette, l'ugni blanc, et le carignan, *un vin alcoolique* (11 à 12°) *et de bonne qualité*. Signalons une autre particularité de cette région, la pratique de « l'enjoncage » des vignes dont nous avons déjà parlé à propos de la lutte contre l'érosion (chapitre II et photo page 206).

Ainsi, non loin de la grande plaine que forme le delta du Rhône et où l'on trouve un vignoble à grand rendement et donnant un faible degré, la Camargue nous réserve des surprises et celle des « vins de sables » en est une des plus curieuses ; elle illustre d'une façon saisissante, l'adaptation d'une culture à son « milieu » (1). (Voir page 56, le tableau schématique des relations entre les profils pédologique*, hydrique, la flore et les cultures en Camargue).

(1) Signalons également pour la Camargue un sol squelettique coquillier, à éléments grossiers et calcaires, provenant des débris du « *cardium edulæ* » et qui forme toute la bordure de l'étang du Vaccarès. Ce sol ne porte aucune culture.

Région du Bas-Rhône

BERCEAUX

D'ORIGINE

D'ADAPTATION

de l'Abricotier

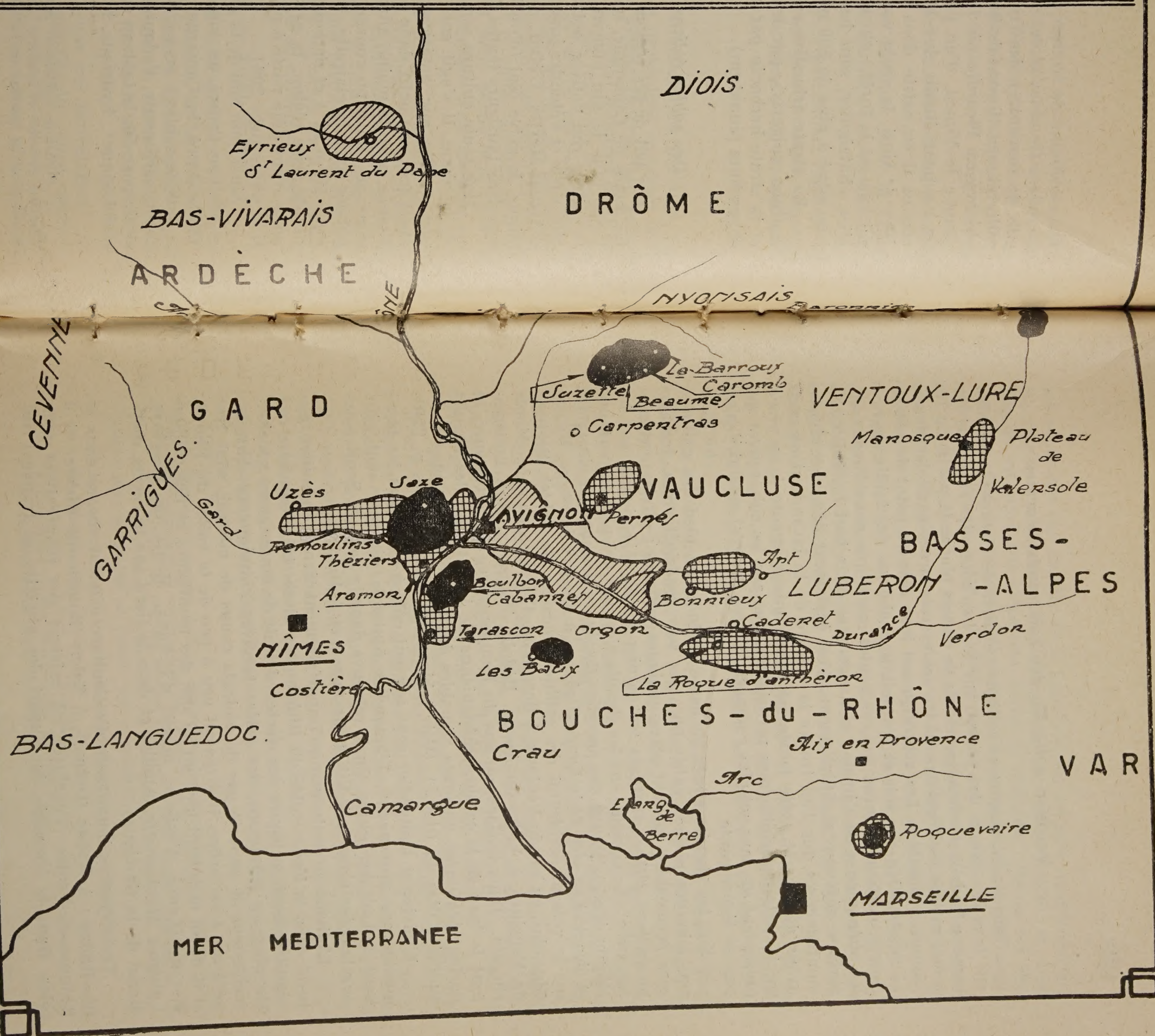
du Cerisier

du Pêcher

■ - Sols rendziniiformes d'éboulis calcaires assez épais et sols squelettiques sur roche mères meubles & profondes (marne & molasse).

▣ - Sols alluviaux & colluviaux assez profonds et pas trop secs.

▨ - Sols gris jeunes des vallées à nappe phréatique peu profonde.



5°) Vocation culturale des sols rendziniformes

Dans les montagnes et collines calcaires de l'isthme Durancien, sur tous les éboulis des pentes, sur les bas côtés des ravins et des combes, les bois de chênes verts ou de chênes blancs (à partir de 700 à 800 mètres d'altitude) sont les seules ressources agricoles de ces régions déshéritées. Les arbres jouent leur rôle au point de vue de la conservation des sols et l'exploitation abusive des taillis aggrave encore, particulièrement sur ces pentes, ainsi que nous l'avons dit, les phénomènes de l'érosion si dangereuse dans tout le Midi où la forêt se régénère si difficilement. C'est également dans ces régions montagneuses que l'on trouve la culture de la lavande dont nous avons déjà parlé, cette labiée est même mieux encore à sa place, sur les sols rendziniformes perméables, que sur les sols rouges qui présentent un sous-sol plus compact (Terres Rouges) quand il n'est pas en légère pente.

Sur les éboulis situés en basse altitude, au pied des collines, non loin des plaines cultivables, les sols rendziniformes, terrains secs perméables, portent alors quelques cultures : oliviers, vignes, amandiers, chênes truffiers (ce dernier a été déjà signalé sur les terrasses). Le vignoble sur les éboulis n'est pas des plus importants. Néanmoins, on trouve des parcelles de vignes donnant un vin fruité et alcoolisé au pied de la Lance (Drôme), à Rousset, le Pègue, Nyons, sur le versant occidental des collines calcaires de Sablet, Séguret, Gigondas, au bas du Ventoux, à Beaumont-d'Orange, dans les Monts de Vaucluse, à Villes-sur-Auzon, Bédoin, Bonnieux, Apt, Lourmarin, etc... Dans le Gard, au bas du Lampourdier, à Roquemaure, et tout le long de la cassure rhôdaniennne de la garrigue, les éboulis portent également quelques vignobles donnant d'ailleurs un vin de qualité (Côtes du Rhône). (Voir tableau des crus viticoles p. 220).

L'olivier et l'amandier sont souvent côte à côte dans les tènements secs provençaux. L'amandier toutefois remonte seul plus haut, le long des pentes. On le retrouve dans le pays de Sault alors que l'olivier s'arrête à Villes-sur-Auzon et à Rustrel.

L'olivier ne se trouve qu'imparfaitement dans son milieu naturel dans la basse vallée du Rhône. Des hivers très rigoureux ont régulièrement, au cours des siècles, détruit de nombreuses souches. De plus, au printemps, des gelées tardives, conséquence d'un refroidissement apporté par de violents coups de mistral, sont très néfastes à cet arbre. Il disparaît peu à peu de la vallée du Rhône, et il ne se maintient bien qu'à l'abri des montagnes et des collines élevées (Lance, Ventoux, massif d'Uchaux, Monts de Vaucluse, Lubéron, Montagnette, Alpilles et dans le Gard sur le revers méridional de la Garrigue).

Trois centres importants d'oléiculture existent encore dans le Bas-Rhône : à Nyons (Drôme), à Salon (Bouches-du-Rhône) et à Beaumes-de-Venise (Vaucluse) où existent des coopératives oléicoles. Dans le Nyonsais, la plupart des olivettes se trouvent sur

les rendzines des éboulis de la Lance ou sur les sols rendziniformes de calcaire marneux (Mirabel-en-Baronnies). On cultive, et cette récolte est alors rémunératrice, l'olive de conserve ; Nyons est fière de la qualité de ses olives de marque, fournies par la variété appelée : la « Tanche » (30 à 35.000 quintaux par an (1)).

En Vaucluse, le centre de Beaumes-de-Venise, récolte toutes les olives des pays situés sur les pentes sud du Ventoux (sols rendziniformes et quelques sols squelettiques sur mollasse sableuse).

Les olivettes de Salon couvrent tous les éboulis du flanc sud des Alpilles autour d'Eyguières, de Lamanon, de Mouriès, des Baux, de Maussanne, etc... Les arbres y sont régulièrement soignés et produisent une huile de très bonne qualité quand on peut l'obtenir vierge !

Ainsi les conditions pédologiques* et méso-climatiques de ces trois régions, ont permis à l'olivier de donner des produits renommés. La notion de « crus » apparaît ici nettement comme pour le vignoble.

Le département du Gard qui compte le plus grand nombre d'oliviers, possède également des « moulins à huile », d'ailleurs généralement assez rudimentairement installés.

L'amandier a longtemps été « l'arbre d'or des garrigues calcaires et sèches du midi méditerranéen » [MENARD (9)]. Aujourd'hui, cet arbre y végète presque à l'état sauvage attendant seulement une fois l'an, la visite du propriétaire qui vient gauler les amandes (2).

La décadence de l'amandier a été plus rapide et plus complète que celle de l'olivier. Toutefois, on trouve encore quelques belles plantations sur les éboulis des Alpilles à l'entrée de la Crau et dans les collines de la Trévaresse (Bouches-du-Rhône).

Parfois aussi l'amandier est associé à la vigne et donne une amande dure utilisée en confiserie (région d'Apt et de Carpentras). Dans la basse Ardèche, il semble être l'objet de soins plus particuliers. C'est peut-être pour cette raison qu'à la veille de cette guerre, on avait justement choisi Villeneuve-de-Berg, à l'occasion du quatrième centenaire d'OLIVIER DE SERRES, pour organiser une journée de l'amandier où études et rapports furent présentés. (Voir à la bibliographie de ce chapitre, 1 et 9).

La revalorisation de cet arbre est à envisager mais alors l'amandier quittera le site traditionnel de sa culture sur les pentes rocaill-

(1) Parmi les variétés d'olives, nous trouvons la pitchouline, rustique et de productivité régulière, la sauzon, à feuille de saule, la verdale, etc.

La régénération de certains oliviers s'impose : taille sévère, greffage et surgreffage : il conviendra de profiter de ces opérations pour supprimer les quelques variétés dont la qualité ne justifie pas le maintien.

(2) BLANCHARD classe les variétés provençales en quatre catégories :

- Les amandes fines (princesse).
- Les amandes 1/2 fines (Aï, A-la-Dame, etc.).
- Les amandes tendres (Matheronne, Molière, etc.).
- Les amandes dures (Flot, Béraude, etc.).

Tableau des Crus Viticoles du Bas-Rhône. — N° 1

A.C. = Appellations contrôlées. — V.Q. = Vins délimités de qualité supérieure (1^{re} et 2^{me} catégorie)

220

CRUS	SITUATION	CÉPAGES PRINCIPAUX	TYPE DE VIN ET DEGRÉ MINIMUM	TYPES DE SOLS
COTES-DU-RHONE-Sud (A.C.) (Ardèche, Drôme, Gard et Vaucluse).	Coteaux bordant la basse vallée du Rhône sur ses deux rives.	Grenache, Clairette, Bourboulenc, Cinsault, Mourvèdre.	Rouge Rosé Blanc (10°5)	Sol rouge sur alluvions fluviales à cailloux roulés. Sols squelettiques sur sables et mollasse. Sol brun calcaire et sol d'érosion sur marnes.
CHATEAUNEUF-DU-PAPE (A.C.) (Vaucluse).	Collines bordant le Rhône (rive gauche) à 15 kms au nord d'Avignon.	Grenache dominant, Clairette, Cinsault, Petite Syrah, Bourboulenc. Mourvèdre, Cou-noise, Picpoul, Vaucluse, Muscardin, Terret, Picardan, Aubin.	Rouge (12°5) Blanc (rare)	Sol rouge sur alluvions fluviales à cailloux roulés (terrasses de 15, 30, 60 et 80 mètres). Sol brun calcaire et sol squelettique sur marne mollassique.
TAVEL (A.C.) (Gard).	Bordure de la garrigue nîmoise sur la rive droite du Rhône.	Clairette, Carignan, Bourboulenc, Mourvèdre, Colitor, Picpoul.	Rosé (11°)	Sol squelettique sur sable de l'Astien*. Sol rouge sur alluvions fluviales à cailloux roulés (terrasse de 100 mètres).
RASTEAU (A.C.) (Vaucluse).	Collines bordant la partie nord de la plaine du Comtat-Venaissin.	Grenache.	Vin doux naturel (14°/21°)	Sol brun calcaire et sol squelettique sur marnes miocènes* et pliocènes*.
BEAUMES DE-VEINISE (A.C.) (Vaucluse).	Collines formant les derniers contreforts du Mont-Ventoux.	Muscat doré de Frontignan.	Vin doux naturel Muscat (14°/21°)	Sol squelettique sur mollasse sableuse.
COTES-DU-RHONE (A.C.) Lirac (Gard).	Bordure de la garrigue nîmoise sur les vallées du Rhône et de la Tave.	Clairette, Bourboulenc, Carignan, Mourvèdre, Colitor, Grenache.	Rosé (11°)	Sol squelettique sur sable de l'Astien*. Sol rouge sur alluvions fluviales à cailloux roulés.

Tableau des Crus Viticoles du Bas-Rhône. — N° 2

A.C. = Appellations contrôlées. — V.Q. = Vins délimités de qualité supérieure (1^{re} et 2^{me} catégorie)

CRUS	SITUATION	CEPAGES PRINCIPAUX	TYPE DE VIN ET DEGRE MINIMUM	TYPES DE SOLS
COTES-DU-RHONE (A.C.) Lau- dun (Gard).	Coteaux sur les deux rives de la Tave.	Clairette, Bour- boulenc, Ugni blanc Colitor, Grenache blanc.	Blanc (12°5)	Sol squelettique sur sables et grès calcaires. Sol rendziniformes sur éboulis de calcaires durs.
COTES - DU - RHONE (A. C.) Chusclan (Gard).	Coteaux bordant la Cèze à son confluent avec le Rhône.	Clairette, Grena- che, Carignan, Bour- boulenc.	Rosé (12°)	Sol squelettique sur grès et sa- ble du Cenomanien*.
Costières (Gard) (V.Q. 2 ^{me} cat.)	Coteaux rhodaniens au sud-est de Nîmes.	Carignan, Clairret- te, Grenache.	Rosé Rouge (10°5)	Sol rouge sur alluvions fluvia- tiles à cailloux roulés.
Clairette de Bellegarde (Gard) (V.Q. 1 ^{re} cat.).	Partie sud-est de la Costière.	Clairette.	Blanc (11°)	Sol rouge sur alluvions fluvia- tiles à cailloux roulés.
Coteaux du Tricastin, du Nyon- sais et du Haut-Comtat (Drôme) (V.Q. 2 ^{me} cat.).	Collines du Nyonsais et du Tricastin.	Grenache, Cari- gnan, Clairette, Cin- sault, Mourvèdre.	Rouge Rosé Blanc (10°5)	Sol squelettique sur molasse sableuse. Sol rouge sur alluvions fluviales à cailloux roulés.
Montfleury (Ardèche) (V.Q. 2 ^{me} cat.).	Plateau ardéchois autour de Villeneuve-de-Berg (Bas-Vivarais).	Grenache, Cari- gnan, Duriff, Cin- sault.	Rouge Rosé (10°5)	Sol brun calcaire et sol sque- lettique sur calcaire marneux.
Coteaux du Mont-Ventoux et des Monts de Vaucluse (Vaucluse) (V.Q. 2 ^{me} cat.).	Pentes de ces deux montagnes et pentes au nord du Lubéron.	Grenache, Clairret- gnan, Duriff, Cin- sault, Mourvèdre, Syrah, Bourboulenc.	Rouge Rosé Blanc (10°5)	Sols squelettiques et d'érosion sur marne, molasse et sable du tertiaire et du secondaire. Sol rendziniforme d'éboulis calcaires (Crétacé*).

Tableau des Crus viticoles du Bas-Rhône. — N° 3

A.C. = Appellations contrôlées. — V.Q. = Vins délimités de qualité supérieure (1^{re} et 2^{me} catégorie)

CRUS	SITUATION	CEPAGES PRINCIPAUX	TYPE DE VIN ET DEGRE MINIMUM	TYPES DE SOLS
Coteaux du Lubéron (Vaucluse) (V.Q. 2 ^{me} cat.).	Pentes sud du Lubéron (Pays d'Aigues).	Grenache, Clairette, Carignan, Cinsault, Bourboulenc.	Rouge Rosé Blanc (10°5)	Sol squelettique et d'érosion sur marne, molasse et sable du tertiaire et du secondaire.
Côtes de Provence (V.Q. 1 ^{re} cat.) zone des Bouches-du-Rhône (La Palette).	Collines du bassin d'Aix (La Palette).	Clairette, Bourboulenc, Ugni blanc.	Blanc (11°)	Sol rendziniforme* d'éboulis de calcaire dur d'origine lacustre.
Langlade (Gard) (V.Q. 2 ^{me} cat.)	Coteaux de la commune de Langlade en bordure de la Garigue.	Carignan, Clairette, Picpoul, Macabeu.	Rosé Rouge	Sol rendziniforme* sur éboulis calcaires.
Vin de sable (V.Q. 2 ^{me} cat.) (Bouches-du-Rhône).	Ces vignobles occupent les zones des anciennes dunes du littoral de Camargue et du Bas-Languedoc.	Clairette, Carignan, Ugni blanc, Grenache.	Rouge Rosé (10°5)	Sol squelettique sur sable éolien maritime.
Coteaux de la Sainte-Victoire et Sainte-Baume (V.Q. 2 ^{me} cat.) (Bouches-du-Rhône).	Pentes de ces deux montagnes. Pente des Alpilles, collines autour de l'Étang de Berre.	Grenache, Clairette, Carignan, Cinsault.	Rouge Rosé Blanc	Sol squelettique sur molasse et marnes. Sol rendziniforme sur éboulis calcaires.
Clairette de Pierrevert (Basses-Alpes) (V.Q. 2 ^{me} cat.).	Collines sur la rive droite de la Durance à Pierrevert, Manosque et Sainte-Tulle, au-dessus de 300 mètres.	Clairette, Ugni-blanc.	Blanc (9°)	Sol d'érosion sur marnes du Miocène*.

N.-B. — Tous ces Crus ont été l'objet d'une délimitation parcellaire sur le terrain de la part d'experts qualifiés ; ceux-ci ont surtout tenu compte pour tracer l'aire de production du Milieu (Sol, Climat, Morphologie), toutes les autres conditions déjà signalées (cépages, degré, rendement, usages) étant remplies.

leuses des collines calcaires (rendzines*) de la Provence, pour entrer dans l'association des vergers des grandes régions fruitières (sur sols gris jeunes des vallées non irriguées).

D'autre part, l'étude des hybrides amandier-pêcher permettra peut-être de trouver, comme le signalent AUSSET et CABANON (1), une variété à floraison plus tardive qui donnerait une production beaucoup plus régulière.

6°) **Vocation culturelle des sols gris, jeunes des vallées**

La possibilité de maintenir dans ces types de sols jeunes, à diverses profondeurs, une humidité convenable durant l'été méditerranéen, soit par l'irrigation superficielle à l'aide de l'eau des canaux d'arrosage, soit par l'irrigation souterraine *naturelle* (région au voisinage des rivières), permettra l'adaptation de certaines cultures maraîchères ou des prairies artificielles, ou bien celle d'arbres fruitiers, de la vigne et celle des céréales associées à la luzerne.

Dans le premier cas, ces sols, sans l'intervention de l'homme, souffriraient donc de la sécheresse estivale. La végétation spontanée indique bien, en effet, une flore de sol calcaire naturellement sec.

A) *Cultures en sols jeunes non arrosables :*

Le niveau de la nappe phréatique* aux environs des rivières donne une humidité suffisante pour permettre les cultures arbustives (pêchers, poiriers, pruniers et vignes), celle de la luzerne dont les racines peuvent atteindre les couches profondes et enfin la culture des céréales (1) se moissonnant (fin juin) avant le dessèchement estival, sauf le sorgho plus rustique. Dans certaines régions on cultive également certaines primeurs de printemps (pommes de terre, asperges, haricots).

Blé. — Les céréales sont loin d'être dans le Bas-Rhône, une des cultures principales. Le blé, abandonné tour à tour par ses compagnons d'assolement, voyait avant cette guerre, diminuer ses emblavures. C'est dans les plaines alluvionnaires du Rhône et de la Durance, que l'on trouve les quelques centres importants de la culture du blé dans la région du Bas-Rhône. Il en subsiste encore trois, mais en réalité, cette culture n'est plus à sa place dans le paysage méditerranéen tel qu'il se présentait en 1939 et tel qu'on le retrouvera dans l'avenir. Les trois centres en questions sont :

— au nord, toute la plaine rhôdaniennne entre Pierrelatte et Orange.

— à l'est, la plaine de la Durance, à Pertuis et à Manosque.

— au midi, les Ségonnax de Tarascon, d'Arles et enfin la Haute-Camargue.

(1) Blé de pays. — Orge de printemps ou paumelle, avoine et sorgho à balai.

Le blé y est cultivé selon les méthodes modernes. Il rentre dans l'assolement avec les autres céréales secondaires et dans la région d'Orange (Vaucluse), avec le sorgho à balai (1). La jachère est encore pratiquée, notamment en Camargue. Toutefois, dans la plaine d'Orange, où s'est installée la sucrerie la plus importante du Midi, l'assolement classique triennal, avec, en tête de rotation, la betterave sucrière, est souvent adoptée. La culture de cette dernière plante, d'ailleurs bien connue, s'améliorera encore par l'emploi de graines monogermes.

La région de Pertuis présente des conditions du « milieu » (exposition, méso-climat et sol) telles que le blé, par ses rendements élevés (dépassant couramment 30 quintaux à l'hectare), par sa valeur boulangère, est considéré par les vieux provençaux, comme un véritable « cru ».

La région du Bas-Rhône cultive essentiellement des tuzelles, blés meuniers résistants à l'échaudage, mais assez sensible à la verse en sol riche, et des saissettes dont il existe plusieurs variétés sélectionnées, notamment la saissette 54 de Fondart (saissette x hybride inversable), la saissette de Maninet (Théziers) et le blé iris du Professeur Jos. LEFEVRE (saissette x Rietti) qui se placent parmi les meilleurs de la région méridionale, grâce à leur productivité et à leur exceptionnelle faculté d'adaptation tellurique et climatique. Signalons également une vieille variété locale : « l'Aubaine », qui convient aux sols maigres et qui n'est guère plus exigeante que le seigle, cette dernière céréale étant encore cultivée dans les hauts pays.

Dans la basse vallée du Rhône, on utilise fort rarement certains blés couramment cultivés dans le Languedoc : Gua 113 et Rietti II. Par contre, on sème en Camargue et dans d'autres régions des Bouches-du-Rhône, quelques variétés sélectionnées par VILMORIN, le 27 notamment.

Quant aux blés de printemps, « Manitoba » et surtout « Florence-Aurore » et « Chantecler », ils donnent de bons résultats à condition qu'ils soient semés dans le Midi, avant Noël.

Vigne. — Dans ces sols jeunes gris des vallées le vignoble (à grands rendements) est constitué d'aramons et de quelques plants teinturiers (petit Bouchet, Grand Noir et de la Calmette, etc...) ainsi que de quelques hybrides producteurs directs. Le vignoble apparaît surtout dans la plaine d'Arles et en haute Camargue. Quelques vignobles de plaines sont à signaler en Courtine et en Barthelasse près d'Avignon et dans la région des « Vignières », du Thor, de l'Isle-sur-Sorgue et de Cavaillon (Vaucluse). Dans cette dernière région, mais surtout en Camargue, on utilise encore la méthode de submersion (40 jours en hiver) qui a permis le maintien des plants français sans greffage.

C'est également sur ces sols jeunes alluvionnaires qu'on a

(1) Le sorgho ou millet à balai couvre 3.000 Ha dans la Vallée du Rhône. Cette céréale fournit du grain pour le cultivateur et de la paille qui sert de matière première à l'industrie locale de la fabrication des balais (Courthézon).

établi le grand vignoble de raisin de table de la plaine du Comtat dont le Thor est le centre le plus important (variétés, par ordre de précocité : Perle de Csaba, Madeleine-Angevaine, Chasselas et Admirables, Muscats, Dattiers, Olivettes, Gros-Verts et Servants). Cette culture qui était avant la guerre concurrencée en France par les producteurs des raisins de l'Hérault et du bassin de la Garonne, est beaucoup plus minutieuse que celle du raisin de cuve et elle exige plus de soins.

Les sols gris jeunes de la vallée du Rhône possèdent aussi leurs vignobles de raisins de table : Chasselas de la région de Tarascon, de Pujaut et de Roquemaure. La vallée de la Durance a des variétés plus tardives (Gros-Verts, Servants).

(Voir page 210 le tableau des porte-greffes pour l'aménagement d'un vignoble dans la région méditerranéenne).

Figuiers-Mûrier. — Le figuier que l'on cultivait jadis en région méditerranéenne, ne subsiste guère que devant le mas ou la grange ; pourtant nous avons encore trouvé dans la plaine rhodanienne, près de Barbentane, une vieille plantation de figuiers bien alignés et soignés.

Le mûrier répandu autrefois dans toute la moyenne et la basse vallée du Rhône et qui a jadis tiré ces régions de la misère, disparaît petit à petit et suit ainsi la décadence de la sériciculture. Seule la région d'Alès et des basses Cévennes, semble avoir quelque peu échappé à cette déchéance.

Arbres fruitiers. — (Cerisiers, pruniers, pêchers, poiriers).

Les vergers voisinent avec les cultures maraîchères. S'ils ont besoin de moins d'eau, ils profitent de l'organisation des marchés de primeurs et viennent ainsi augmenter les chiffres des tonnages expédiés par les gares des grands centres agricoles.

La production fruitière doit être au premier chef une *production de qualité*. En effet, elle occupe « l'échelon supérieur dans la hiérarchie des productions végétales » (MENARD).

On trouve : 1°) des cerisiers (1) dans la vallée du Gard, à Remoulins, Meyne ; dans celle de la Durance, de Mirabeau à Orgon. (localisation d'une production secondaire, mais fort intéressante par la précocité de certaines variétés qui viennent sur le marché immédiatement après celles de Soliès-Pont, dans le Var).

2°) des poiriers (variétés dominantes : William, Docteur Guyot, Louise Bonne), dans toute la vallée du Rhône, celle de la Durance et de leurs affluents.

3°) des pêchers, dans la vallée rhodanienne, à Roquemaure, Sauveterre, Villeneuve-les-Avignon, Avignon, dans celle de la Durance à Orgon, Cavaillon, Cabanne, etc... (May-Flower, Amsden,

(1) Les variétés les plus recommandables sont les Bigarreaux Burlat, Moreau, précoce de la Marche, Jabouley, Napoléon, Reverchon et Marmotte.

ESPECE FRUITIERE	TYPE DE SOL	PORTE- GREFFE	OBSERVATIONS
Amandier	Sols rendziniformes d'éboulis (secs) et sols rouges méditerranéens. Sols colluviaux moins secs.	Franc Prunier	Rustique Plus tardif.
Abricotier	Sols rouges méditerranéens. Sols rendziniformes ou squelettiques (sols secs).	Franc	Lent départ.
id.	Sols squelettiques moins secs que les précédents.	Mirobolan	Bonne reprise.
id.	Sols jeunes alluviaux et colluviaux profonds même assez secs.	Pêcher	Se décolle au niveau de la greffe dans région à mistral.
id.	Rendzines d'éboulis (secs et calcaires).	Amandier	Affinité très faible pour l'Abricotier.
Cerisier	Sols jeunes alluviaux et colluviaux profonds.	Merisier	Donne des arbres vigoureux.
id.	id.	Franc	Porte-greffe plus courant que le précédent.
id.	Sols squelettiques divers assez secs.	Sainte-Lucie	Développement lent.
Pêcher	Sols rouges méditerranéens.		
id.	Sols squelettiques divers, secs mais avec un peu de profondeur.	Franc	Bon porte-greffe.
id.	Sols jeunes alluviaux et colluviaux profonds et assez humides.	St-Julien	Eviter les drageons en utilisant les
id.	Même sol mais plus argileux.	Damas	Pruniers de semis.
id.	Sols calcaires d'éboulis secs (rendziniformes).	Amandier	Choisir des amandes à coque dure.
id.	Sols très calcaires et secs (sols rendziniformes, brun-calcaires, loëssiques).	Davidiana	Donne des plants plus vigoureux.
Poirier	Sols jeunes alluviaux et colluviaux argilo-calcaires assez frais.	Cognassier	Porte-greffe classique.
id.	Sols squelettiques profonds quoique peu fertiles.	Franc	Plus grande longévité.

FRUITIERE ESPECE	TYPE DE SOL	PORTE- GREFFE	OBSERVATIONS
Pommier	Sols jeunes alluviaux et colluviaux assez fertiles.	Franc	Rustique — correspond aux porte-greffes N ^{os} XIII et XIV d'East-Malling.
id.	Sols jeunes alluviaux et colluviaux mais argilo-siliceux bien drainés.	Paradis	Surtout recommandé pour la Reinette (N ^o IX d'East-Malling).
id.	Sols squelettiques assez secs.	Doucin	Formes moyennes seulement (N ^o II d'East-Malling).
Prunier	Sols jeunes alluviaux et colluviaux, calcaires humides.	Mirobolan	Faible longévité.
id.	Sols jeunes alluviaux et colluviaux, calcaires humides, plus argileux.	St-Julien	Doit se greffer au pied.
id.	Sols jeunes alluviaux et colluviaux, calcaires humides.	Damas	Précocité.

Triumph, J.H. Haal, Bénoni, Ch. Ingouf, Alexander, Incomparable Guilloux, pour ne citer que les meilleures variétés).

[Voir p. 216 la carte des berceaux d'origine d'adaptation, d'après les documents fournis par la Direction Régionale des Services Agricoles de Marseille].

Le choix des porte-greffes dépend des conditions de « milieu ». Le cultivateur devra donc, sur ce sujet, consulter une Station Agonomique (Avignon pour la région du Bas-Rhône). On trouvera ci-dessus à titre indicatif un tableau où figurent les porte-greffes généralement employés en arboriculture méditerranéenne, compte tenu du type de sol et de son exposition.

Pour les régions méditerranéennes, il faut prévoir le développement des productions fruitières bien adaptées au milieu, c'est-à-dire l'amandier, l'abricotier, le cerisier comme production locale secondaire, le pêcher, ainsi que le raisin de table comme production principale. Les « pays » du Bas-Rhône sont d'ailleurs les « berceaux de production » de ces arbres fruitiers. La culture du poirier est généralisée à toute la France.

Il faut également réduire le nombre des variétés cultivées et ne garder que les meilleures, celles que nous venons d'indiquer. Enfin, la qualité de la production fruitière ne sera maintenue que si, au moment d'une plantation, on fait choix de plants sélectionnés,

sains, identifiés, garantis et que si on peut obtenir, dans un avenir proche, *des étalons porte-greffons* contrôlés.

Au moment des plantations, il faut prévoir pour les arbres fruitiers un écartement suffisant, au moins :

- 8 m. $\times$ 8 pour les cerisiers.
- 6,50 $\times$ 6,50 pour l'abricotier.
- 4 m. $\times$ 4 pour le pêcher.

Dans le Bas-Rhône, la culture fruitière était, avant la situation actuelle, la mieux outillée pour résister aux crises commerciales. L'industrie des conserves (confitures, fruits confits) d'Apt et de Carpentras, était une garantie contre les méventes passagères. L'emploi du froid (entrepôt frigorifique d'Avignon construit vers 1930) a largement stabilisé les cours et permis les envois à long et court termes par wagons préréfrigérés. L'emploi des très basses températures (-15 à -20° c.) permet d'envisager l'avenir avec confiance. (Voir plus loin, chapitre IX, l'équipement frigorifique rural).

Asperges. — Les sols squelettiques sableux et les sols jeunes des vallées du type limono-sableux conviennent bien à la culture de l'asperge. C'est surtout dans la vallée de la Durance (de Pertuis à Avignon) et celle du Coulon (plaine de Bonnieux) qu'elle a pris une certaine extension. Lauris a été le berceau du forçage des asperges par la méthode du thermo-siphon. Actuellement la culture de l'asperge est en régression (manque d'assolement) dans ces vallées. Elle prend plus d'importance dans d'autres centres comme celui de Roquemaure par exemple (Vallée du Rhône).

Citons encore comme cultures non irriguées, mais assez spéciales au Midi, celle du *Cardère à foulon* et celle du *psyllium* (plaine du Comtat), toutes deux en décroissance d'ailleurs. Par contre, certaines cultures dites de remplacement, ont largement pris leur place dans ces mêmes sols jeunes non irrigués.

Les plantes de remplacement

Durant cette guerre on a été obligé de demander aux agriculteurs, quelle que soit la région de France et d'ailleurs sans trop se soucier des conditions de milieu, de cultiver certaines plantes dites de remplacement (4) afin de se procurer les matières azotées (protides), les sucres (glucides) et surtout les matières grasses (lipides), éléments bio-chimiques absolument indispensables à la nutrition et aux besoins de l'homme et des animaux. Nous devons, même encore actuellement, intensifier dans la métropole la culture des oléagineux étant donné les difficultés d'achat à l'étranger.

On a malheureusement, dans bien des cas, oublié de tenir compte des conditions primordiales ci-après :

- 1°) Cultiver la plante la mieux adaptée au « milieu » (sol,

climat, morphologie), principe fondamental d'agronomie sur lequel nous avons tant insisté au cours de cet ouvrage.

2°) Choisir génétiquement la plante qui a le meilleur rendement à l'hectare, en huile, en sucre ou cellulose.

3°) Tenir compte que ce choix peut être réduit, vu les circonstances actuelles, aux semences ou aux plants que l'on pourra se procurer.

4°) Ne pas perdre de vue que toutes ces cultures ne sont viables que provisoirement.

Les premières conditions sont loin d'être remplies et au cours de ces années de guerre on s'en est grandement aperçu dans le Midi pour les plantes oléagineuses, que ce soit le *Tournesol* ou le *Colza* et également le *Soja*. Et pourtant, on leur avait, en général, réservé les meilleures terres (sols jeunes et profonds des alluvions fluviales).

Qu'il me soit permis de dire ici encore, quelques mots sur le *Soja hispida* (5).

On en parle beaucoup trop à l'heure actuelle mais on aurait mieux fait d'écouter les conseils des agronomes, et j'étais du nombre, qui avaient signalé, il y a déjà plus de 20 ans, les multiples avantages de cette légumineuse qu'il s'agissait alors d'acclimater chez nous.

Pourtant, il n'était pas question à l'époque, de considérer le soja comme une plante de remplacement rémunératrice mais simplement de conseiller, après expérimentation, de maintenir, en quelque sorte à l'état latent dans chaque exploitation agricole, une culture appelée à jouer, le cas échéant, un rôle de tout premier plan dans l'économie d'un pays. Et le jour où, comme actuellement, ce rôle est mis en vedette, un grand nombre d'agriculteurs auraient été en mesure de rendre service.

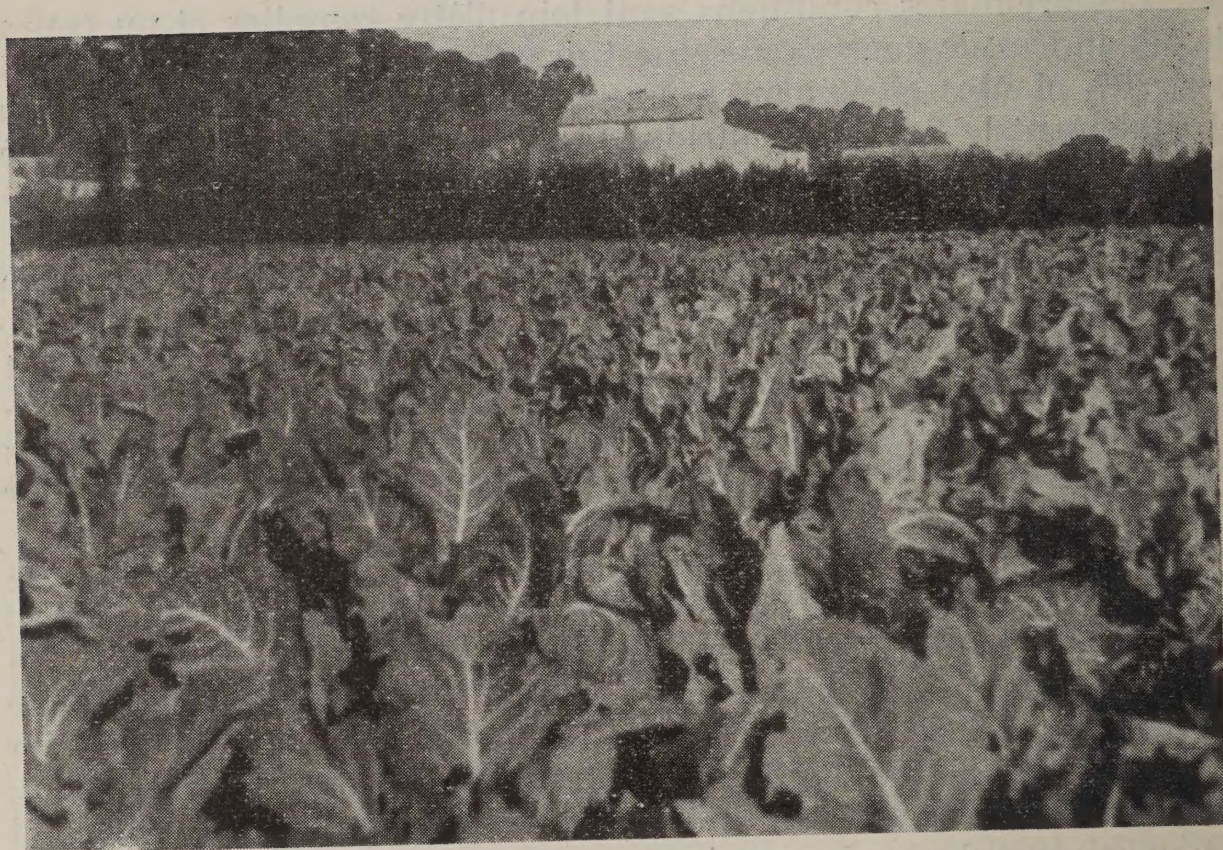
Quel est l'avenir du soja en France ?

Il est certain que cette plante remarquable, représente une des richesses du monde et que notre pays n'en a pas encore sa part. Le soja pourra constituer pour nos animaux un aliment végétal de qualité exceptionnelle en tant qu'apport azoté, à la fois par la *richesse* et la *valeur* de cet apport.

Quant aux applications industrielles, il faut se montrer très réservé car il faudra tenir compte, dès que les conditions économiques seront redevenues normales, de la résistance que trouveront les industriels de la part des grands trusts oléagineux, s'il s'agit de s'orienter vers l'extraction de l'huile, et, s'il s'agit du débouché de la caséine et de ses applications, de la concurrence d'une de nos industries nationales importantes, celle des dérivés du lait.

B) Cultures en sols jeunes irrigables.

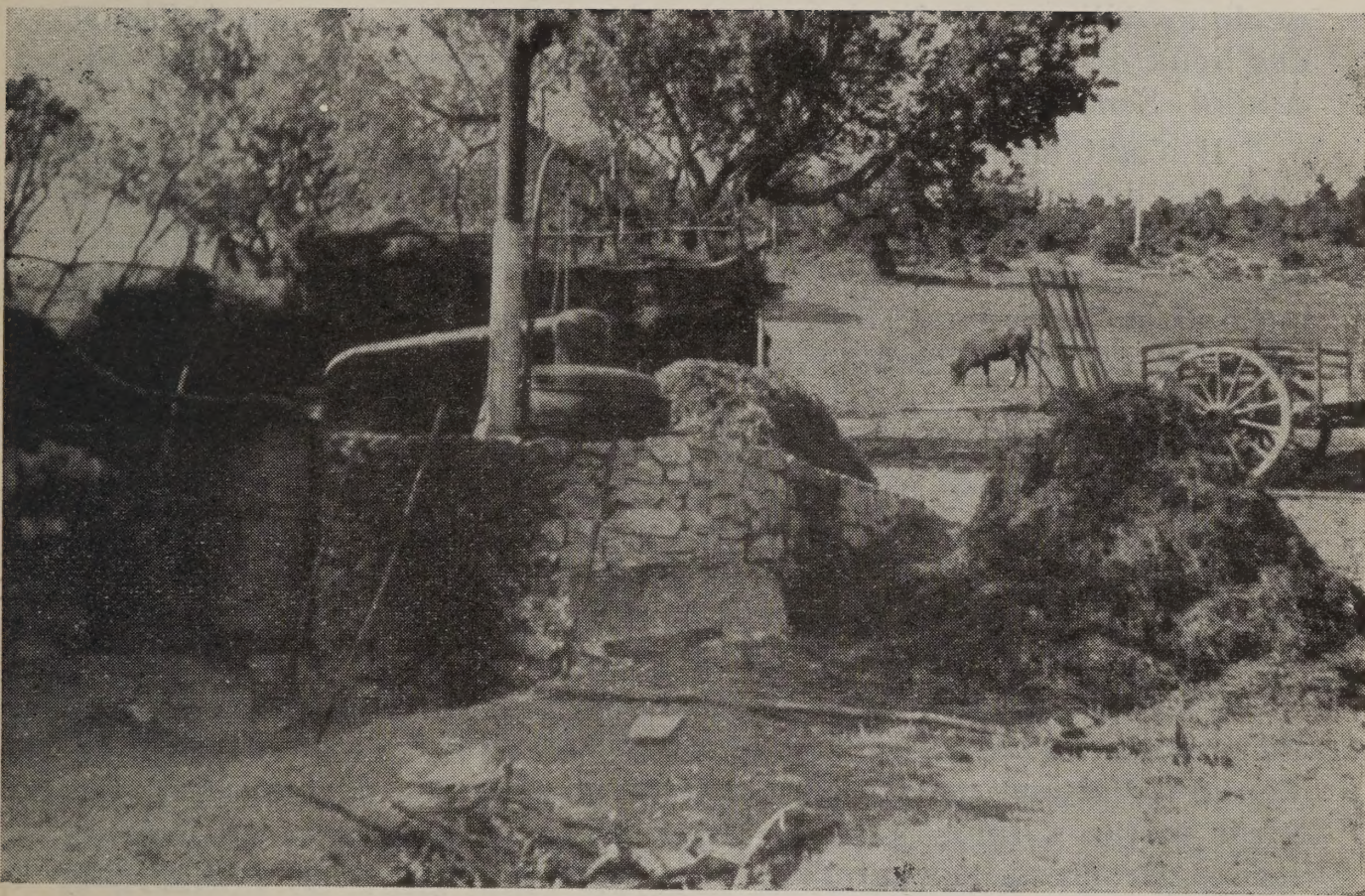
L'irrigation a transformé complètement le paysage de ces plaines ; elle lui donne un aspect particulier et astreint les cultiva-



(Photo de l'auteur).

CULTURE MARAICHERE MERIDIONALE

A l'abri du mistral, dans un sol de limon profond, irrigué, on pratique la culture légumière intensive ; elle se caractérise par un apport massif d'engrais, par de nombreux soins culturaux et par une rotation rapide des récoltes. Nous voyons ici, dans la plaine du Rhône, une belle plantation de choux-fleurs.



(Photo de l'auteur).

LA DISTILLATION DE LA LAVANDE A LA FERME

En France, deux industries agricoles restent encore annexées à l'exploitation, ce sont la laiterie et la cave. Il faut en ajouter une troisième toute spéciale aux pays du Bas-Rhône et du sud-est : la fabrication de l'essence de lavande. — Voici une installation rudimentaire d'une ferme du plateau de Sault (Vaucluse).

teurs à une technique spéciale et à des soins nouveaux. Elle intéresse actuellement en basse Provence plus de 60.000 hectares sur lesquels on pratique en grand la culture maraîchère, celle des porte-graines et des pépinières.

PORTE-GRAINES. — La culture des porte-graines est assez bien localisée, d'une part dans la plaine irriguée de la basse Durance, rive gauche, avec comme centre Saint-Rémy-de-Provence, où l'on pratiquait déjà cette culture au XVIII^{me} siècle et, d'autre part, dans la plaine du Comtat, entre le Thor et Vedène, ainsi que dans quelques villages de la rive gauche de la Durance, un peu à l'écart des lieux d'expédition des primeurs et des marchés importants (St-Andiol, Sénas, Charleval, etc.).

Il s'agit de méthodes de travail assez spéciales. Les premiers contrats de culture, aujourd'hui en honneur, ont été appliqués à celle des porte-graines. Les paysans travaillaient pour les grandes maisons de graines françaises et également étrangères. Ils se sont spécialisés seulement dans quelques cultures : carottes (août), oignons, poireaux, choux, navets (juillet), céleris (août) aubergines, tomates (juin à octobre), salades diverses (août), haricots (de juin à octobre), courges, melons, fleurs et graines aromatiques (en arrière saison).

Signalons enfin la culture des oignons à fleurs, localisée dans la région d'Althen-les-Paluds (Vaucluse), et celle de certaines plantes médicinales (sauge sclarée, menthe, etc.).

PEPINIERES. — L'emploi des plants américains et la pratique du greffage ont introduit notamment en Vaucluse (région d'Orange-Camaret-Vaison) une culture spéciale : celle des porte-greffes. Les pieds mères, soumis à un contrôle phyto-sanitaire, sont cultivés en terres arrosées. Ils sont l'objet de soins minutieux afin d'obtenir de chaque pied le plus grand nombre de sarments possible. Ceux-ci sont coupés et on les plante dans des terres bien fumées et généralement arrosées. C'est sur ces plants une fois racinés que l'on opère le greffage sur table.

CULTURES MARAICHERES. — Les noms de *Cavaillon*, *Châteaurenard* et *Avignon*, sont actuellement assez connus pour qu'ils évoquent immédiatement des sols fertiles, arrosés, couverts de jardins abrités, produisant toutes sortes de légumes, cultures qui nous entraînent vers les grands courants économiques modernes. En fait, les différents centres sont encore assez bien « spécialisés » (fraises, melons, pommes de terre primeur, choux-fleurs, aubergines, tomates, etc.).

Au point de vue tonnage, les pommes de terre et les choux-fleurs donnent le principal appoint. Au point de vue culture, ces deux légumes sont souvent associés (8 et 12).

I. — La vallée de la Durance, de Pertuis à Cavaillon. — Une longue bande de sol jeune des vallées longe les deux rives de la

Durance, abritée par le Lubéron. Les grands canaux d'irrigation qui arrosent la plaine du Comtat prennent naissance dans ces régions. L'irrigation est donc plus restreinte et est assurée par des béals locaux. Pays de primeurs de printemps sans arrosage (pomme de terre, aulx, asperge) et de céréales, les légumes irrigués (artichauts, choux, pois, etc.) sont plus rares ici que dans la plaine de Cavaillon ou d'Avignon. La rive droite de la Durance entre Meyrargues, Charleval et Mallemort (B.-du-Rh.), est un centre de production de tomates de conserve.

Tomate de conserve

Cette industrie agricole est importante dans la région du Bas-Rhône (Vaucluse et Bouches-du-Rhône).

Il y aurait lieu, à mon avis, de prévoir le programme technique et éducatif suivant, en accord entre les agriculteurs et les industriels :

1°) Choix de variétés de tomates hâtives et adaptées aux différents types de sol de la région.

Des essais faits à la Station expérimentale de Parme (Italie) montrent, en effet, que le sol, tous les autres facteurs restant les mêmes, a une grande importance sur la qualité des concentrés de tomates (couleur, rapport sucre acidité, goût).

2°) Obtention de semis précoces et réguliers grâce au chauffage électrique et à l'irrigation souterraine, techniques déjà signalées.

3°) Application de la fumure la plus rationnelle, compte tenu du milieu, (Voir chapitre VIII).

4°) Cultures sur piquets et soins culturaux normaux.

5°) Surveillance de la cueillette et du transport des tomates et livraison de fruits mûrs (rapport sucre/acidité $\geq 4,5$), sains et en bon état.

6°) Contrats de culture et achats proportionnés à la capacité de production de l'usine.

II. — *La plaine de Cavaillon, Cheval-Blanc, celle de Château-renard et la banlieue d'Avignon*, sont certainement, par leur diversité, par leur importance, les trois principaux pays producteurs de légumes (1). Durant tous les mois de l'année les jardins de Cavaillon et d'Avignon sont susceptibles d'expédier les légumes sur des marchés lointains. L'emploi d'engrais à dose massive a permis de pratiquer continuellement l'exploitation maraîchère. Mais ce n'est là qu'un palliatif pour remédier à l'épuisement de la terre. (Voir chapitre suivant).

Seul un assolement rationnel, avec l'introduction d'une culture fourragère est susceptible de régénérer la structure du sol et d'ap-

(1) Nous ne parlons pas ici, de la région de Carpentras dont le Canal irrigue surtout les sols rouges des terrasses (Voir plus haut).

porter la matière organique indispensable au maintien de ses propriétés physiques.

Une des principales cultures de cette basse vallée de la Durance est certainement la pomme de terre de primeur. La production intensive de ce légume, date de 1920. C'est peu après cette époque, que commencèrent les importations massives de semences hollandaises. Elles donnèrent de si bons résultats au point de vue précocité et rendement, que les agriculteurs abandonnèrent les anciennes variétés locales (Belle de Fontenay, Early Rose et Juli) pour les variétés d'importation (Esterlingen, Idéaal et surtout la Bintje). Cette dernière tend de plus en plus à remplacer toutes les pommes de terre de demi-saison et même de grande consommation comme « l'Institut de Beauvais » [MATHIEU (8)].

III. — *La banlieue d'Orange* comprend, d'une part la zone des cailloutis de la Meyne arrosée par le canal de Pierrelatte dont nous avons déjà parlé et celle des alluvions modernes qui s'étend presque jusqu'à Caderousse et autour de Camaret.

Melons, tomates, aubergines, fraises, etc..., se rencontrent également dans cette région. Mais les cultures sont moins variées et paraissent moins florissantes que dans la vallée de la Durance.

Les melons (8 bis), qui ont rendu célèbre la petite ville de Cavaillon, sont récoltés dans toute la basse vallée de la Durance et également dans certains centres maraîchers de la Vallée du Rhône. On utilise soit la culture forcée sous châssis, soit celle en plein vent. Autrefois les variétés « Cantaloup » puis « Montauban » étaient cultivées à Cavaillon. Actuellement c'est le « Charentais » qui domine partout ; on trouve aussi le melon « Boule d'Or », le « Brodé » d'Avignon et les tardifs dits « Espagnols » à chair blanche. On peut appliquer à cette culture de luxe certaines techniques nouvelles comme l'irrigation souterraine et le chauffage électrique.

Ainsi, pour toutes ces cultures maraîchères, l'irrigation a permis, grâce à un sol jeune mais profond, grâce aux engrais abondamment employés, grâce au soleil de Provence, d'augmenter considérablement le potentiel de vie des plaines du Bas-Rhône. C'est grâce à elle que l'Agriculture, terrassée deux fois par la faillite de deux cultures, la garance détrônée par l'alizarine et la vigne détruite par le phylloxera, a pu se relever et orienter son exploitation agricole vers ces cultures maraîchères alors nouvelles et rémunératrices. L'irrigation les rend possible ; elle permet non seulement de compenser facilement la dépense supplémentaire qu'elle nécessite (nivellement, abris, rigoles d'arrosage, etc...) mais d'augmenter le revenu de la terre dans la proportion de 1 à 5 (avant 1939).

7. — Vocation culturelle des sols salins maritimes

La Camargue est une des régions de France où les contrastes sont les plus marqués au point de vue agricole. On y voit, en effet, se développer une agriculture industrialisée (grands vignobles en par-

ticulier), à côté d'une vie pastorale pittoresque par son archaïsme — élevage du mouton (1), manades*.

La conquête du sol n'a pas été menée sans arrêt ni même sans recul au cours des siècles. Actuellement la surface des terres cultivables représente le quart de la superficie totale du delta du Rhône.

L'abaissement du plan d'eau de l'étang du Vaccarès à la cote 0 m. 50, libèrerait 24.000 hectares pour la culture.

La lutte contre le sel est bien la caractéristique la plus importante de toute la Camargue. Pour chasser le « salant », on emploie concurremment trois procédés : le lessivage du sol par les eaux douces (Rhône), l'évacuation par les roubines des eaux salées et enfin l'utilisation des techniques culturales suivantes : d'abord, l'établissement de rizières (submersion), puis des prairies (à l'arrosage), ce qui permet de cultiver ensuite une céréale et de planter enfin de la vigne (submersion).

Trois cents kilomètres de canaux et de rigoles alimentés par des machines élévatoires installées sur les berges du fleuve, distribuent l'eau douce rhodanienne génératrice de vie.

Le riz est une véritable culture topographique tant cette plante est sensible au niveau du plan d'eau. En Camargue, les plantations de riz sont accessoires et n'ont pour but que d'utiliser au mieux, la submersion nécessaire au dessalement du terrain. La technique culturale pourrait être incontestablement améliorée pour devenir plus rémunératrice comme dans la plaine du Pô. En effet, on ne fait en Camargue, ni repiquage du riz, ni sarclage, à cause du manque de main d'œuvre spécialisée. D'autre part, l'opération du séchage est mal conduite ce qui provoque le jaunissement des grains d'où une dépréciation de la valeur marchande du riz camarguais.

La rizière nécessite un défrichement total (désenganage) et un nivellement parfait [variétés : précoces d'Italie, Bertone, Nostrale, et à grands rendements (25 à 30 qx) : Moratelli et Allario].

Au riz succèdent les prairies artificielles, elles sont entretenues par des arrosages saisonniers qui continuent à chasser le « salant ». Ce n'est qu'en suite que l'on sème une céréale souvent suivie d'une jachère labourée en été pour rompre les canaux capillaires du sol et empêcher la remontée du « salant » déjà bien atténué.

Enfin la vigne, avec ses racines plus profondes, peut alors être plantée mais elle est encore soumise à la submersion, ce qui a permis en même temps de lutter contre le phylloxera et de maintenir les plants français.

En général, on ne doit pas songer, en Camargue, à faire des cultures intéressantes au-dessous de la cote + (plus) un mètre.

(1) Nous avons déjà signalé l'élevage du mouton dans les hauts pays de la région du Bas-Rhône. En Camargue, comme en Crau (*Mérinos d'Arles*), l'élevage est devenu une annexe importante de l'Agriculture ; il est en quelque sorte, intégré dans le système rural de ces « pays ».

Ainsi plusieurs années sont nécessaires à l'aménagement de ces alluvions salées. Et quels que soient les projets à l'étude pour la mise en valeur de la Camargue, les Provençaux, si attachés à ce coin de terre encore un peu mystérieux, peuvent être assurés d'y voir encore longtemps ces solitudes où, au crépuscule, dans une même lumière, se confondent la surface argentée des sansouïres et le plan d'eau des étangs. Ils retrouveront toujours ce pays de grand soleil et de grand vent, ce pays au ciel lumineux et de mirage qu'évoque si bien Frédéric MISTRAL, dans « *Mireille* », cet admirable poème d'inspiration rhôdaniennne.

*
**

Nous avons voulu, au cours de ce chapitre, donner un aperçu des cultures très variées qui peuvent, dans la région du Bas-Rhône, s'adapter aux différents types de sols que nous avons étudiés, compte tenu également des autres facteurs caractérisant le « milieu » (climat, exposition, altitude).

Nous l'avons fait dans le but d'éclairer le cultivateur dans le choix de ses plantations. Encore faut-il qu'il tienne compte des conditions économiques du moment.

En effet, la situation économique d'un pays de vieille civilisation comme le midi de la France, *évolue d'une façon constante*, tantôt en progression, tantôt en régression pour certaines associations de cultures et pour certaines formes d'exploitation.

Nous en avons eu maints exemples, déjà signalés au cours de notre histoire agricole, où apparaît et où disparaît une des richesses du patrimoine rural.

Ces accidents ne sont pas sans intérêt ; ils permettent comme l'écrit GEORGES (7) :

« De décéler les points faibles de l'économie locale, ils aident à comprendre l'orientation contemporaine de certaines branches de l'activité régionale, à prévoir des crises et à les expliquer ».

Car, celles-ci, sont dues à cette forme attirante mais risquée de l'exploitation intensive, *la monoculture*, que ce soient les vignes à raisins de table, les vignes à grand rendement, que ce soient les arbres fruitiers, les primeurs, la lavande, etc...

Toutes ces spécialisations accroissent, hélas, le déséquilibre silvo-culturo-pastoral, si caractéristique de notre région méditerranéenne et qui la différencie tant des économies rurales des autres régions françaises.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre VII :

1. — F. AUSSET et E. CABASSON. — *L'amandier et sa culture dans le Midi de la France*. — Journée Française de l'Amandier, Villeneuve-de-Berg, 7 juillet 1939.
2. — J. BORDAS (avec la collaboration de G. MATHIEU-REVERDY). — *Les sols de la région du Bas-Rhône*. Essai de pédologie méditerranéenne. Voir le chapitre de l'étude des sols et des vocations culturales. — Monographie du Ministère de l'Agriculture, Paris, 1943. — Imprimerie Nationale.
3. — J. BORDAS. — *Les vignobles de sables en Camargue*. — Annales Agronomiques N° 2-1944.
4. — J. BORDAS. — *Etude de certains produits végétaux et leur rôle dans l'économie actuelle de la France - 1941*. — Imprimerie Mistral, Cavailhon.
5. — J. BORDAS. — *Le Soja*. — Agronomie du Soja. — Utilisations agricoles et alimentaires. Usages industriels. Economie du Soja. Etat actuel de la question en France, 1941. — DUBOIS-POULAIN, Edit., Montpellier.
6. — J. BORDAS (avec la collaboration de G. MATHIEU). — *Les types de sols des vignobles des « Côtes-du-Rhône »*. — Bull. de l'Ass. Franç. pour l'Etude du Sol. T. III, N° 4, Déc. 1937.
7. — P. GEORGE. — *La région du Bas-Rhône* (ouvrage déjà cité). 2^{me} Partie : Les produits du sol.
8. — G. MATHIEU. — *La production de la pomme de terre en Provence*. — Annales Agronomiques N° 1, 1942.
- 8 bis. — G. MATHIEU. — *Amélioration de la culture du melon en Vaucluse*. — Progrès agricole et viticole, 1933. Montpellier.
9. — G. KUHNHOLTZ-LORDAT. — *La silva, le saltus et l'ager de garrigue*. — Annales de l'Ec. Nat. d'Agricult. de Montpellier. T. XXVI, fasc. IV. 1945.
10. — G. MÉNARD. — *L'Amandier dans l'économie française*. — Journée française de l'Amandier, Villeneuve-de-Berg. 7 juillet 1939.

11. — H. NÈGRE. — *Les forêts en Camargue*. — Revue « Le Chêne » N° 16.
12. — V. RICHARD. — *L'Agriculture du Vivarais*. — Privas, Imprimerie Mazal, 1927.
13. — L. ROLLAND. — *Le Chou-fleur dans la région d'Avignon*. — Bulletin des Engrais. — Paris, 8 avril 1939.
14. — E. ZACHAREWICZ. — *Le Vaucluse Agricole*. — Librairie Durand, Avignon, 1898.

CHAPITRE VIII

Le Plan d'assolement, les Amendements et la Fertilisation de base

« L'Agriculteur a pris l'habitude de penser en
« années ».

Professeur KUHNHOLTZ-LORDAT.

(La terre incendiée)

I. — ROTATION ET ASSOLEMENTS

Nous rappelons qu'on désigne sous le nom de *rotations*, l'ordre de succession des cultures *dans le temps*, tandis que les *assolements* indiquent la répétition des cultures d'une même rotation, *dans l'espace*, c'est-à-dire, sur l'étendue d'un domaine.

Les anciens agronomes attachaient à ces questions une grande importance et la réussite dépendait de l'adaptation des assolements au milieu et aux conditions économiques.

Si, depuis la découverte et l'emploi des engrais, les lois agronomiques qui décident de la succession des cultures sans perdre de leur valeur, paraissent moins rigoureuses que jadis, on peut dire que, dans les circonstances actuelles, et particulièrement dans les régions méridionales, l'Agriculteur doit de nouveau suivre plus strictement ces vieilles règles agronomiques.

Nous ne les appliquerons qu'au *stade cultural* du cycle silvo-culturo-pastoral (*silva-ager-saltus*) auquel l'Agriculture a été soumise dès son origine. En effet, on peut admettre que ce cycle, quoique nettement en déséquilibre, s'est à peu près stabilisé en France sauf dans le midi où cette stabilisation est très aléatoire (monoculture). Les rotations entre ces trois périodes qui s'étendaient sur de grands espaces, avaient favorisé la destruction des forêts, le nomadisme, et étaient à la base de la culture extensive sans fumure.

Puis, la rotation n'exista plus qu'entre les champs et la pâture ; ainsi naquirent, avec la stabilisation des tribus, les premières friches ; ainsi s'établit la première rotation connue, la biennale :

jachère — céréale d'hiver. Elle se maintint pendant des millénaires en France, avec quelques améliorations apportées par les Romains en Provence : blé, fèves (récoltes et engrais verts), jusqu'au jour où au Pradel, OLIVIER DE SERRES, frappé de la pauvreté d'un tel système, laissant la terre improductive un an sur deux, eut l'idée de remplacer cette « terre vaine » (vaine pâture) par une légumineuse (sainfoin, luzerne) qui devait occuper la friche trois ou quatre années. Il créa ainsi les premières soles judicieusement réparties, dans le temps, sur toute l'étendue de son domaine, ce fut pour l'époque, un progrès considérable et OLIVIER DE SERRES préserva désormais de la disette, l'humanité, sans cesse croissante. Les famines, en effet, ravageaient plusieurs fois par siècle, la France et l'Europe ; certaines ont laissé des traces profondes.

Dans chaque région, dans chaque pays, l'aménagement rationnel d'un « ager » intensif où s'incorpore un « saltus » assolé, doit avant tout, tenir compte du « milieu ».

Les sols arides ou semi-arides auxquels on applique les procédés des cultures sèches, comme le « Dry farming », occupent plus de la moitié de la surface terrestre. Ils intéressent tout le bassin méditerranéen et par conséquent, la région du Bas-Rhône.

Nous avons vu que l'on peut tirer parti de ces terrains insuffisamment humides, au moyen de l'irrigation ou en pratiquant des cultures arbustives résistant mieux à la sécheresse : vignes, abricotiers, amandiers, figuiers, cerisiers et pêchers.

On doit tenir compte de ces considérations dans le plan général d'assolement d'un domaine méridional.

En ce qui concerne les cultures annuelles ou bisannuelles, soumises ou non à l'arrosage, on devra, avant d'adopter un système de rotation, tenir compte de l'adaptation de la plante « au milieu », principe qui fixe le choix de la culture que l'assolement représente dans l'espace. On se préoccupera également des exigences de cette culture, *ainsi que certaines considérations d'ordre économique* (débouchés, prix de revient, etc...).

Mais l'art des rotations consiste en plus, à faire état de toutes les autres influences. D'après PARISOT (18), il convient :

1°) D'éviter autant que possible, la succession des plantes de la même famille ;

2°) D'alterner les plantes nettoyantes et les plantes salissantes ;

3°) De cultiver successivement des végétaux à exigences alimentaires différentes ; d'alterner, par exemple, une récolte de grain et une récolte de fourrage ;

4°) De recourir tantôt à des végétaux à racines fasciculées, tantôt à ceux dont la racine est pivotante ;

5°) De faire suivre des plantes qui n'ont pas les mêmes parasites animaux et végétaux ;

6°) D'intercaler des cultures laissant entre elles un temps suffisant pour la mise en état du sol et assurer sa propreté ;

7°) D'entretenir, maintenir et améliorer la fertilité du sol par des cultures appropriées ;

8°) De respecter l'alternat, c'est-à-dire, rejeter les combinaisons qui ramènent trop tôt, à la suite les unes des autres, les mêmes cultures ou celles des plantes de la même famille cultivées dans le même but ;

9°) D'épuiser le moins possible la terre et de combattre utilement les mauvaises herbes (au moyen de l'acide sulfurique — procédé de RABATE — ou en se servant du pentachlorophénate de soude).

La multiplicité de toutes ces conditions fait que ce problème du choix des rotations est délicat à résoudre, notamment dans le Midi et exige de la part de l'Agriculteur tout son savoir et tout son bon sens. Malheureusement, il est bien rare de trouver un plan d'assolement judicieusement conçu et suivi, notamment en cultures maraichères. La loi de l'offre et de la demande tente trop le paysan et si une culture est très rémunératrice une année, il la répètera encore l'année suivante. C'est ainsi que l'emploi de la rotation annuelle, pomme de terre de primeur, choux-fleur d'automne, se répétant plusieurs fois sur les mêmes parcelles, finit, malgré l'emploi de doses massives d'engrais, par fatiguer le sol, par détruire sa structure et par le priver complètement de matières organiques si nécessaires à nos sols méridionaux ainsi que nous l'avons montré précédemment.

En général, on ne vise pas assez à la plus grande production de fourrage possible, qui, non seulement permet l'entretien d'animaux (produisant du fumier), mais encore repose le sol, l'enrichit en humus et régénère sa structure.

Dans la région du Bas-Rhône et notamment dans les zones sèches non irrigables, on devra utiliser au maximum les légumineuses annuelles (vesces, lentille-erse) ou bisannuelles (sainfoin, trèfle). Dans les parcelles moins arides, des légumineuses comme la luzerne et le lotier corniculé tiendront la terre 4 ou 5 ans. Enfin, dans les zones irrigables, la prairie artificielle (graminées et légumineuses) devront tous les 12 à 15 ans, rentrer dans l'assolement des cultures.

Bien des fois, en Crau, dans les plaines du Comtat et du Bas-Languedoc, nous avons pu nous rendre compte de l'importance énorme du retour périodique des prairies artificielles sur les différentes soles d'une propriété. Cette technique inaugurée comme nous l'avons dit, par OLIVIER DE SERRES, remplace avantageusement la jachère.

Celle-ci avait, dans le Midi, ses partisans. Elle permettait d'emmagasiner, à l'automne, une provision d'eau suffisante pour permettre le premier développement du blé ; elle assurait la destruction des mauvaises herbes si gênantes dans ces régions.

Elle répondait donc jadis, à une nécessité à tel point que l'assolement triennal, jachère, froment, avoine, était entré dans les

mœurs. Les baux 3, 6, 9, correspondent en effet à 1, 2 ou 3 rotations de cet assolement.

On trouve encore quelques jachères dans les fermes de grandes superficies et à culture encore quelque peu extensive, comme en Camargue ou sur les vastes plateaux calcaires de la Haute-Provence. Mais de plus en plus, la jachère nue est abandonnée ; elle est très rarement utilisée dans les cultures intensives maraîchères et industrielles des plaines rhôdaniennes.

Nous donnons ci-après, les principales rotations les plus recommandables pour la région du Bas-Rhône.

L'assolement triennal classique :

1°. — Betterave ou pomme de terre ;

2°. — Blé ;

3°. — Avoine ou orge, est remplacé de plus en plus par des assolements de plus longues durées où entre une culture fourragère.

Rotation de Quatre ans :

1°. — 1) Pomme de terre et betterave fourragère ;

2) Orge ;

3) Trèfle ;

4) Blé.

2°. — 1) Betterave à sucre et sorgho ou maïs ;

2) Avoine ;

3) Vesce ;

4) Blé.

Rotation de Six ans :

1) Bargelade (avoine et vesce) ;

2) Blé ;

3) et 4) Sainfoin ;

5) Blé ;

6) Avoine.

Quand la luzerne entre dans l'assolement, elle tient la terre 3 ou 4 ans.

En Camargue, on suit un type d'assolement un peu spécial pour permettre l'assainissement des sols salins :

1^{re} année : riz (culture aquatique).

2^{me} année : Avoine ;

3^{me} année

4^{me} année

5^{me} année

6^{me} année

} prairie ou luzerne (irriguée).

7^{me} année : plantation du vignoble (à la submersion).

Il arrive parfois qu'après la culture fourragère, on soit obligé encore de revenir à une culture de riz, le dessalement n'ayant pas été suffisant.

Culture maraîchère. — La culture maraîchère, en Provence, est une culture familiale ; elle est faite dans des exploitations de faible étendue, 2 à 4 hectares, très rarement au delà. De ce fait, il est assez difficile d'assurer un assolement logique où la prairie irriguée devrait ainsi que nous le préconisons, revenir tous les 10 à 12 ans.

Partout où on le pourra, il y aura lieu de prévoir des rotations de longues durées faisant intervenir des prairies et des arbres fruitiers.

Voici deux assolements suivis dans les environs d'Avignon :

On remarquera que les soles, durant l'année, sont souvent occupées par deux cultures — parfois même par trois, quand il s'agit de certains légumes à croissance rapide (radis, persil, salade).

1°) Pomme de terre primeur -

(Janvier de la 1^{re} année à juin de la 1^{re} année) ;

puis choux-fleur tardif

(Juillet de la 1^{re} année à avril de la 2^{me} année).

— Artichaut (un an).

— Jachère cultivée (6 mois).

2°) Pomme de terre primeur

(Janvier de la 1^{re} année à juin de la 1^{re} année) ;

puis haricot « coco » récolté en sec (en octobre-novembre de la 1^{re} année).

— Blé (Novembre 1^{re} année à juin 2^{me} année (sans engrais)).

— Chou-fleur tardif (juillet 2^{me} année à avril 3^{me} année).

— Jachère cultivée (6 mois).

Ces assolements permettent la production de choux-fleurs tardifs, impossible avec la rotation annuelle pomme de terre choux-fleur dont nous avons parlé et qui est pratiquée dans la région maraîchère de Châteaurenard, Barbentane, Rognonas (Bouches-du-Rhône).

A Cavaillon (Vaucluse), on utilise des assolements de longue durée. Ils sont assez nombreux étant donné la variété des cultures légumières. En voici un exemple :

1^{re} année : melons suivis de choux puis de chicorée ou d'épinards ;

2^{me} année : pomme de terre primeur suivi de haricots ;

3^{me} année : tomates suivies de salades ;

4^{me} année : aulx suivis de carottes.

5^{me} année : pomme de terre (ou blé) suivi de haricots ;

6^{me}, 7^{me} et 9^{me} année : luzerne ;

10^{me} année : céréale suivie de choux et de salades.

II. — AMENDEMENTS

On sait que les amendements sont des produits de base qui ont pour but, périodiquement, d'améliorer, d'amender les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols, notamment la perméabilité et l'aération, l'humidité (dans une certaine mesure), le pouvoir absorbant, l'activité microbienne et enfin la réaction du sol (pH) (1).

Les amendements jouent concurremment avec le travail du sol, ce rôle important.

Il en existe de deux sortes, les amendements humiques et les amendements calcaires. *L'humus* et la *chaux* sont donc à la base de la fertilité du sol et l'Agriculteur aménageant son domaine ne doit pas oublier d'effectuer ces améliorations foncières.

Amendements humifères. — Jadis les cultures sur défrichement des forêts étaient le seul moyen de se procurer de la matière organique indispensable pour obtenir un sol fertile. De cette technique est né le nomadisme car on avançait toujours pour détruire de nouveaux bois. Mais une stabilisation relative s'établit quand on a adopté, comme en Afrique noire, une rotation circulaire (assolement Bantou) ; on revient alors au bout d'un certain temps sur la parcelle primitive lorsque celle-ci a récupéré sa matière organique à l'aide d'une nouvelle forêt.

Mais dans notre vieille Europe surpeuplée et déboisée en partie, il a bien fallu recourir à des apports de matières organiques autres. Nous avons montré au chapitre V, (2^{me} partie) toute l'importance du problème de l'humus dans nos sols méridionaux. Voici maintenant les différentes sources de matières organiques que l'agriculteur a à sa disposition :

a) *Les Fumiers.* — Il y a bien longtemps qu'on a eu l'idée de ne pas laisser perdre les divers résidus de la ferme et de les restituer au sol. On peut même dire que jadis on était sur ce sujet beaucoup plus soigneux qu'aujourd'hui ; en effet, le fumier de ferme était la seule matière fertilisante alors utilisée. Il restera longtemps encore la principale source de matière organique.

Si on continue à l'employer de nos jours, ce n'est pas tant comme engrais que comme *amendement humifère*. Apportant très peu d'azote (0,70 %) d'acide phosphorique (0,4 %) et de potasse (0,6 %), on doit compléter la fumure par des engrais chimiques.

D'autre part le fumier a l'avantage de restituer certains éléments rares (soufre, zinc, manganèse, bore, etc.), indispensables, en très petites quantités, aux plantes cultivées, et que l'on ne trouve pas dans les engrais fabriqués synthétiquement (oligo-éléments). L'emploi du fumier recule dans le temps l'apparition possible de certai-

(1) Voir la définition du pH page 142.

nes carences minérales à la suite des exportations contenues par les récoltes (GUYON).

Comme amendement humifère, le fumier de ferme ou le fumier artificiel reste donc à la base de toute exploitation agricole. Il ne s'agit pas de l'apporter à doses massives dans les terres, mais de l'employer à doses moyennes et plus fréquemment répétées.

— Le fumier de ferme est le résultat de la fermentation spontanée du mélange de litière et des déjections solides et liquides des animaux.

Les litières doivent se décomposer rapidement et avoir un grand pouvoir absorbant. Les pailles de céréales étaient, avant cette guerre, couramment employées et elles constituent incontestablement, les meilleures litières. Les fanes sont inférieures aux pailles mais se décomposent bien, tandis que les feuilles se détruisent moins bien mais ont un pouvoir absorbant plus grand. Quant à la tourbe, c'est une excellente litière à tous les points de vue, mais elle est chère et difficilement transportable. Signalons que son emploi direct comme source de matière organique dans les sols n'est pas recommandable. En effet, les tourbes ne possèdent pas cette propriété essentielle, commune à tous les amendements humiques actifs, à savoir l'aptitude de la décomposition dans le sol sous l'action de microbes [BARBIER et BOISCHOT (1)].

On utilise dans certaines régions, les fougères et les bruyères, tandis que dans le Midi, on emploie encore du buis des garrigues et des roseaux, juncs et carex (la baouco) des marais (Camargue).

Les excréments des bovins et des porcins sont plus riches en eau et fermentent plus difficilement que ceux du cheval et du mouton. Ces derniers sont les plus recherchés.

La quantité de fumier produite dans une exploitation, est égale à 25 fois le poids des animaux de la ferme.

Ainsi, pour une exploitation de polyculture méditerranéenne d'une vingtaine d'hectares, ayant trois chevaux et cinquante moutons (soit un poids de 6.000 kgs), on aura une quantité de fumier égale à 150.000 kgs soit la fumure moyenne de 5 hectares (le quart de la propriété).

Malheureusement le fumier est toujours négligé ; on oublie d'empailler suffisamment les bêtes — je parle du temps où la paille était abondante — on laisse le fumier se dessécher à l'air libre ou se lessiver par les eaux de pluie. On ne le tasse ni le recoupe, on ne l'arrose jamais ; le purin, qui n'est même pas récupéré, va se répandre dans la cour, heureux encore quand il ne contamine pas l'eau du puits tout proche !

Il s'agit là d'un gaspillage invraisemblable et les agriculteurs seraient bien surpris de connaître le chiffre des pertes qu'ils subissent chaque année (1).

(1) Les pertes en azote et en matières sèches que subit le fumier mal préparé peuvent se produire encore dans les tas qu'on laisse trop longtemps séjourner sur les champs. Le fumier doit être étendu et enfoui dès qu'il est sur place.

Dans le Midi où le paysan est averti, où il suit attentivement les progrès de la technique agricole, où par ailleurs, il s'est parfaitement adapté aux nouvelles cultures et à leurs traitements, il est inconcevable qu'il reste sur ce point, aussi arriéré. Et la phrase que prononçait BOUSSINGAULT il y a plus de 50 ans, est toujours d'actualité :

« On peut, à première vue, juger de l'industrie et du degré d'intelligence d'un cultivateur par les soins qu'il donne à son tas de fumier ; c'est une chose déplorable de voir avec quelle négligence, on laisse perdre cet engrais dans une grande partie de la France ».

Pour fabriquer du bon fumier, il faut avoir une fosse ou aire bien cimentée, entourée d'un petit mur pour éviter les eaux de ruissellement.

Le purin sera recueilli dans une petite fosse, d'où on le puisera périodiquement pour arroser le tas de fumier que l'on aura soin de tasser. Enfin, un toit abritera cet aménagement afin de préserver le fumier du soleil et de la pluie.

On compte une superficie de 3 mètres carrés par tête de gros bétail. Enfin ladite installation doit être faite non loin des écuries et des étables et en *contre bas des sources* et des puits afin d'éviter toute contamination des eaux potables.

On doit utiliser le fumier consommé (1), aussi conseille-t-on de diviser en deux la plate forme où on le fabrique. On remplit d'abord un des côtés et quand le tas est arrivé à une certaine hauteur, on charge l'autre côté — on laisse « murir » le premier tas en le soignant comme nous venons de le dire (arrosage avec le purin et tassement).

Les pays méditerranéens ne sont pas des pays d'élevage ; les moutons qui représentent dans une exploitation de polyculture la partie la plus importante du cheptel vif, ne restent guère en pacage et à la stabulation. En outre, dans le Bas-Rhône, les gros troupeaux s'en vont, six mois durant, en transhumance dans les Alpes ou les Cévennes, fuyant les plaines et les garrigues desséchées par l'implacable été méditerranéen. On conçoit, dans ces conditions, que l'Agriculteur méridional manquera toujours de fumier, même en temps normal.

Il ne devra pas hésiter à utiliser les pailles en excédent et les déchets cellulósiques de toutes sortes (fanés, feuilles, foin avarié, etc...) pour fabriquer un *fumier artificiel*, ou plus exactement, comme le dit DEMOLON, un fumier d'une fabrication artificielle.

La mise au point de cette technique a été faite d'une part, par la Station Centrale d'Agronomie de Versailles [DEMOLON et BURGÉVIN (9, 10, 11)], en partant des différentes pailles, d'autre part, par la Station Régionale d'Agronomie d'Avignon (BORDAS, 2) en utilisant tous les déchets fermentescibles des champs et des villes (ordures ménagères triées).

(1) Un fumier trop pailleux ne s'assimile pas à la terre et la cellulose non transformée risque de provoquer des phénomènes de réduction (dénitrification).

D'éminents praticiens comme MM. LAFFITE et CAUDRON dans le nord-ouest de la France et le Dr DELUCQ, dans le sud-ouest, ont largement vulgarisé cette méthode. Mais combien peu d'agriculteurs l'utilisent encore dans nos régions méridionales !

En reprenant à la base l'étude d'un problème vieux comme le monde, la fermentation du fumier, on arrive, en utilisant ces techniques appropriées et tout en respectant les lois de l'hygiène, à améliorer un phénomène naturel que la routine des siècles faisait considérer comme immuable.

Nous avons vu que la désintégration de la matière organique des résidus des villes et des champs, s'effectue par voie bio-chimique, avec réaction exothermique* suivant deux processus :

1°) *L'Erémacausis*, qui est la transformation microbienne aérobie* de la matière organique par combustion lente (oxydation) ;

2°) *La Putréfaction*, qui est la transformation anaérobie* de la matière organique par certains microbes (réduction).

Tels sont les faits qui ont été mis jadis en évidence par DEHERAIN (8) en étudiant la décomposition d'un tas de fumier.

Toutes les techniques actuellement utilisées ont eu pour point de départ, les recherches sur la désintégration de la matière organique par protéolyse* microbienne (en milieu oxydant), en utilisant l'action des ferments de l'urée [Frédéric BORDAS et S. BRUERE (5)]. Le plus connu est le micrococcus ureae découvert par PASTEUR en 1862 ; il existe aussi des urobacilles, des urocoques, des uroarcines. Ils agissent tous par l'intermédiaire d'une diastase* l'uréase, également secrétée par certains végétaux, comme la fève de soja.

Pour fabriquer artificiellement du fumier, on procède de la façon suivante :

On fait absorber à un lit de paille 2.200 litres d'eau par tonne. (Il faut pour cela une aire cimentée avec fosse de récupération des liquides). Pour que la fermentation démarre, on a recours à un véritable « pied de cuve » constitué d'un peu de fumier frais additionné d'un aliment azoté ; le meilleur est naturellement l'urée. A défaut, on emploiera le sulfate d'ammoniaque (10 kgs par tonne).

On tasse bien ce premier lit qui a environ 1 m. de hauteur et dès que la température s'élève et atteint 70 à 80°, on effectue un nouveau chargement de paille et ainsi de suite. La seule difficulté réside donc dans la question de l'eau ; aussi dans les régions où les pluies sont abondantes, il est possible de se dispenser d'arroser la paille qui a été préalablement étendue dehors ; une pluie de 20 m/m suffit alors pour l'humecter.

Si la fermentation a lieu en cellules closes (procédé « Zymos » utilisé à Avignon, à Cannes, Aix-en-Provence, Valence et Narbonne, pour traiter, par fermentation, les ordures ménagères triées). la haute température obtenue qui se maintient en milieu humide pendant 20 jours, permet de détruire tous les germes pathogènes et les mauvaises semences, avantages énormes à la fois pour le paysan et pour l'hygiéniste.

La putréfaction est, ainsi que nous l'avons dit, le deuxième mode de transformation, par voie anaérobie* de la matière organique des fumiers. On a songé à récupérer par ce moyen, le méthane* qui se dégage et à l'utiliser comme combustible. Les recherches de DUCELLIER et ISMAN [voir COUPAN à la bibliographie (7)] ont abouti à la mise au point d'un procédé qui fonctionne depuis la guerre de 1939 en Algérie, et en France, aux environs de Nîmes (Mas Vincent).

Si ce procédé est susceptible industriellement d'un avenir intéressant (traitement par fermentation des résidus urbains) il paraît limité, à la ferme à l'économie de guerre. En effet, les agriculteurs déjà peu enclins, en temps normal, à faire édifier des fosses à fumier ordinaires, pourtant si nécessaires, ne songeront guère, une fois les carburants revenus, à faire une installation plus compliquée et plus coûteuse avec récupération de méthane*.

b) *Les engrais verts.* — Le paysan a, à sa disposition, une deuxième source de matière organique, qui, dans les fermes de certains pays méridionaux, peut lui rendre de grands services : ce sont les *engrais verts*.

Les engrais verts sont des plantes cultivées dans le but d'être enfouies pour enrichir le sol en humus. D'autre part, ils peuvent jouer le rôle, dans certains cas, de fixation du sol contre l'érosion, ainsi que nous l'avons indiqué.

Parmi les plantes ainsi utilisées, je citerai : les vesces, la lentille-erse, les féverolles, les pois, le lupin, le melilot, le lotier corniculé, le soja, la minette, les trèfles, le colza, les moutardes, le sarrazin, etc... On voit donc que les légumineuses dominent ; en terre calcaire légère, on choisira le trèfle incarnat et le trèfle blanc ; en terres plus fortes, les vesces ; dans les sols non calcaires, le lupin. Enfin, le mélilot très rustique, est à recommander dans les terres calcaires, salées ou humides (Bons résultats obtenus dans la plaine de Beaucaire). L'emploi des légumineuses comme engrais vert était la base de la théorie de la sidération (1) de Georges VILLE (1850).

Les engrais verts constituent dans le plan d'assolement une véritable jachère cultivée « car ce n'est pas le repos qui rend à la terre sa fécondité perdue, ce sont les plantes spontanées qui y vivent, y meurent et s'y reproduisent procurant au sol, avec leurs dépouilles, la matière organique qu'elles ont formée » (BOUS-SINGAULT).

Pratiquement donc, les engrais verts sont plus à leur place dans les « pays » de polyculture extensive aux sols secs et pauvres, dans les terrains accidentés où l'apport du fumier est difficile, que dans les terres de plaine de bonne fertilité. En dehors de la nature du sol, c'est le climat qui détermine l'efficacité de cette technique. Elle est meilleure dans le Midi où l'engrais vert se décompose rapidement en augmentant la capacité d'eau du sol.

(1) De sidus, sideris = l'astre. Le soleil provoque les transformations nécessaires.

Nous avons vu, en effet, qu'une des plus vieilles rotations en Provence, est celle que l'on pratique encore parfois entre les vieux oliviers : blé la première année, puis fèves que l'on enfouit immédiatement après la récolte.

Les engrais verts, actuellement, sont semés en culture dérobée, durant l'été et on les enfouit à la floraison, au début du printemps suivant. La plupart du temps on ne peut utiliser le terrain immédiatement après, car le sol reste « creux » et on doit procéder à un roulage avant de labourer.

Amendements calcaires. — Un sol qui a une réaction acide doit être amélioré par l'apport de chaux afin de rétablir l'équilibre ionique (1) et de restituer une base indispensable au bon fonctionnement des réactions bio-chimiques.

La chaux-vive quand elle est « grasse » (les chaux maigres renferment de nombreuses impuretés) est le meilleur des amendements calcaires ; sa teneur en chaux peut atteindre en effet, 95 %. On ne peut l'utiliser qu'une fois éteinte, afin de lui enlever ses propriétés caustiques. Cette opération se fait sur les morceaux en petits tas, sur le champ, on en meule, ou en silos. On peut enfin, utiliser de la chaux blutée, c'est-à-dire, de la chaux éteinte, blutée et livrée par le fabricant.

Les calcaires broyés (carbonate de chaux) ont des valeurs variables suivant leur origine (un calcaire tendre est préférable à un calcaire dur), suivant leur degré de finesse (au moins 75 % au tamis 100) et enfin, suivant leur solubilité carbonique (rapidité d'action).

D'après DEMOLON, celle-ci varie de 12 % pour le calcaire dolomitique pour atteindre 96 % pour la chaux éteinte carbonatée. Le calcaire cristallisé broyé n'a que 39 % et le carbonate de chaux précipité industriel peut atteindre 90 %.

Le cultivateur ne devra employer un amendement calcaire qu'après avoir consulté une station agronomique.

Seule, celle-ci sera susceptible de lui dire, d'abord si cette opération est nécessaire et ensuite de lui indiquer les doses à employer ainsi que le mode opératoire.

Nous rappelons que nous n'avons rencontré qu'exceptionnellement des sols acides dans la région du Bas-Rhône, quelques-uns en Crau (sol rouge des terrasses) et d'autres, dans la bordure cévenole à substratum granitique* ou gneissique*.

Presque tous les sols rouges méditerranéens décalcifiés sont donc à réaction encore nettement alcaline ; un chaulage n'est pas absolument nécessaire. L'emploi d'engrais calcique (19) est néanmoins à recommander (nitrate de chaux, cianiamide, scories). Toutefois, à l'heure actuelle, le manque de certains engrais, peut faire envisager un léger chaulage afin de mobiliser l'acide phosphorique de ces sols. Il en sera de même d'un plâtrage vis-à-vis de la potasse.

(1) Voir le pH et sa définition page 142.

Quant aux amendements magnésiens, ils peuvent pratiquement être considérés comme ayant dans la plupart des cas, une action semblable à celle des amendements calcaires. On peut donc conseiller aux agriculteurs l'emploi de la chaux magnésienne pour remplacer la chaux agricole, mais à condition de ne pas la payer plus cher.

Si l'on fait un parallèle entre les deux amendements de base, le fumier et la chaux, on constatera que l'apport de matières organiques améliore toujours la structure du sol, il n'en est pas ainsi des amendements calcaires comme l'a si bien mis en évidence HENIN (12). Il faut donc les employer modérément, au moins dans le cas de terre battante car la présence de carbonate de chaux retarde la reconstitution d'un bon état structural du sol. Et cette considération est loin d'être négligeable pour nos sols méridionaux ainsi que nous l'avons signalé.

III. — FERTILISATION DE BASE

L'emploi des engrais date d'un siècle à peine ; mais on a déjà pu faire de nombreuses observations, recherches et expérimentations sur leur action, compte-tenu du « milieu » et de la plante cultivée.

Les agronomes ont pu établir *certaines principes de base* que l'on peut appeler les lois de la fertilisation — on peut les résumer de la façon suivante :

A) Il faut restituer les éléments fertilisants enlevés par les récoltes, car le sol n'est pas un réservoir inépuisable. Bien plus, dans certaines cultures maraichères méridionales très exigeantes et exportant des doses énormes d'azote, d'acide phosphorique et de potasse (voir le tableau ci-après), le sol ne sert plus que de simple support car il est bien incapable d'arriver, en effet, à fournir à ces plantes ce dont elles ont besoin ; il faut donc faire des avances d'engrais.

B) Il faut équilibrer la fumure sinon les engrais sont mal employés. La plante n'utilise les éléments fertilisants que dans la seule proportion où est absorbé celui qui se trouve en moindre quantité (loi du minimum).

C) Lorsqu'on donne à une plante, en présence d'une fumure phospho-potassique suffisante, des doses croissantes d'azote, il en résulte un accroissement régulier des rendements.

D) La plante absorbera d'autant plus d'azote qu'on lui en fournira davantage. Il faut donc déterminer la dose rentable, c'est-à-dire, s'assurer que l'on fait encore un réel bénéfice.

E) Mais, si la dose phospho-potassique est insuffisante, malgré une très légère arrière action de l'azote pour les cultures suivantes, la majeure partie de l'engrais azoté est perdue.

Dans la région du Bas-Rhône, on peut dire d'une façon générale que :

1° Les cultures intensives appauvrissent le sol en azote ; la teneur du sol en azote est fonction des matières organiques.

2° L'acide phosphorique augmente légèrement dans les sols cultivés et se trouve dans l'horizon superficiel. Il y a également un parallélisme très remarquable, comme nous l'avons montré, entre la teneur en acide phosphorique assimilable et celle en humus de certains types de sol.

3° La teneur en potasse, généralement variable, est faible.

Cultures fruitières. — On n'a pas encore pris l'habitude d'apporter aux arbres fruitiers, sauf peut-être pour les pêcheurs, une fumure de base rationnelle. Certaines observations importantes sont à retenir.

L'azote nitrique doit être apporté à faible profondeur et en quantité limitée. Cet engrais, non retenu par le pouvoir absorbant des sols, a tendance en effet, à migrer vers le sous-sol.

L'emploi du pal injecteur est particulièrement recommandé pour les fumures phosphatées et potassiques, notamment dans les vergers enherbés (ce dernier cas est assez rare dans le Midi). Le chlorure de potassium n'est pas indiqué pour les arbres fruitiers. D'autre part, certaines précautions sont à prendre pour la dissolution des engrais, suivant leur nature. Les concentrations employées sont en général de 20 %.

D'après Jouis (14), la fumure au pal permet de restreindre la fertilisation de fond aux premiers besoins du développement de l'arbre. Le pal a l'avantage de la commodité, de la rapidité, de la puissance et de la précision ; il permet d'utiliser des fumures plus rationnelles. Enfin les Américains emploient cet instrument pour arroser souterrainement les vergers exposés à la sécheresse. Ce mode d'arrosage par voie interne, dont nous avons déjà parlé, est donc à conseiller également pour certains vergers de la région du Bas-Rhône, surtout quand les arbres sont jeunes.

A ce sujet nous rappelons qu'il est dangereux, dans les sols sableux squelettiques, demi arides méditerranéens, pauvres en colloïdes, d'employer des engrais minéraux pendant les deux premières années qui suivent la plantation.

Par contre la vieille pratique du pralinage est excellente. On sait qu'elle consiste à tremper les racines, jusqu'au collet, dans un mélange à parties égales de terre argileuse et de fumier frais (bouse de vache de préférence) délayé d'eau additionnée de purin. Cette opération, tout en conservant de la fraîcheur aux racines et en leur apportant un peu de matières nutritives, a, pour but d'exciter la croissance des radicelles (présence de produits, comme les hormones, modificateurs cellulaires).

Cultures maraîchères. — Les cultures légumières de la Provence rhôdanienne ont des exigences spéciales. Voici le résumé de nos essais et de nos observations durant vingt ans, à la Station de Recherches Agronomiques d'Avignon (4-5).

Nous donnons tout d'abord, à titre indicatif, un tableau montrant les exportations en azote de certaines cultures maraîchères.

	MOYENNE	MAXIMUM	RÉCOLTE maximum par Ha
Aubergine violette de Barben- tane	300 kgs	520 kgs	55 tonnes
Chou-fleur d'automne	300 »	450 »	72 »
Pomme de terre primeur « Es- terlingen »	80 »	100 »	10 »
Pomme de terre 1/2 saison « Triomphe de Juin »	120 »	200 »	35 »
Pomme de terre grand rende- ment : « Institut de Beauvais ».	200 »	350 »	65 »
Tomate pour conserve	125 »	150 »	52 »

Ces chiffres indiquent l'importance des exportations. Dans certains cas, et après le défrichement de prairies, les cultures maraichères donnent des rendements extraordinaires (100 à 120 tonnes d'aubergines) mais il ne se maintiennent pas longtemps (modification dynamique du milieu).

Dans ces conditions on conçoit que le rôle nutritif direct du sol soit relativement peu important surtout en ce qui concerne l'azote.

On sait, en effet, d'après ce que nous avons dit précédemment, que l'emploi des engrais azotés conditionne les rendements.

C'est ainsi qu'il provoque des excédents de récoltes de légumes allant de 10 à 80 % suivant les cultures.

Les choux-fleurs, les aubergines et les pommes de terre (MATHIEU, 16) sont les plus sensibles à la fertilisation azotée. Pour cette dernière culture, en particulier, la fumure azotée devra être d'autant plus élevée que la matière organique sera en plus faible proportion dans les sols. Celle-ci varie de 1,8 à 4,5 % après le défrichement de prairies. Toutefois, en ce qui concerne la tomate et le melon, il faut prendre garde qu'un apport exagéré d'azote risque de provoquer la coulure des première fleurs.

Les engrais phosphatés et potassiques, également indispensables pour permettre les hauts rendements et la qualité (précocité, apparence commerciale, résistance aux transports, etc...) ne jouent pas cependant un rôle aussi évident que les engrais azotés.

Le sulfate de potasse (engrais potassique spécifique du tabac et des arbres fruitiers) est aussi le seul sel de potassium utilisable en culture maraichère. L'emploi du chlorure peut contribuer ici à aggraver l'insuffisance du soufre ; certains légumes (les crucifères, les asperges et les pommes de terre) sont en effet, très sensibles à

l'apport du soufre (2). L'emploi en couverture du *sulfate* d'ammoniaque à la place de nitrate de chaux, augmente de près de 15 jours la précocité des choux-fleurs.

D'autre part, le sulfate de potasse a une influence très nette, à la dose de 1.000 kgs par hectare, sur la résistance des choux-fleurs à l'humidité (pluies torrentielles d'automne) et dans une certaine mesure sur la résistance aux gelées.

Enfin, le phosphate bicalcique donne des résultats comparables à ceux obtenus avec le superphosphate.

Dans les limons de la région d'Avignon relativement bien pourvus en acide phosphorique, l'apport de cet élément ne donne pas lieu à de très fortes augmentations de rendements ; une exception est constitué par la tomate qui se révèle comme très exigeante en acide phosphorique.

Les doses d'engrais employées avant 1939 étaient considérables, étant donné que le maraicher provençal, d'une part, ne demandait au sol que d'être un bon substratum physique, et d'autre part, qu'il lui fallait tenir compte des besoins des cultures qui se succédaient sur la même parcelle (2, parfois 3 par an).

C'est ainsi qu'on apportait par hectare et par an, pour deux cultures, les doses suivantes :

400 à 500 kgs d'Azote pur des tourteaux.

400 kgs d'acide phosphorique (P_2O_5) du superphosphate ou du bicalcique.

800 kgs de potasse pure du sulfate de potassium.

800 kgs d'azote pur de la cyanamide, du sulfate d'ammoniaque, du nitrate de chaux ou des ammonitrates.

Ces derniers engrais azotés étaient mis en couverture et souvent en plusieurs fois, à différents stades de la végétation. Le rapport N- P_2O_5 - K_2O (1) s'établissait ainsi : 1-0,45-0,90. Certains cultivateurs employaient également comme base, des engrais organiques dissous, provenant du traitement des déchets de viande et de laine, du sang desséché, auxquels on incorpore des éléments minéraux.

C'est donc par milliers de tonnes que l'on a utilisé ces engrais, en cultures maraichères, dans les départements du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône où se trouvent les principaux centres de production.

La situation est bien différente aujourd'hui et la diminution énorme du tonnage des engrais provoque une chute verticale des rendements et un fléchissement dans la qualité des produits. Ces faits sont encore aggravés par le manque de sulfate de cuivre (réservé à la viticulture) et qui n'est pas toujours remplaçable par les bouillies sulfocalciques dans la lutte contre bien des maladies cryptogamiques, de la pomme de terre, de la tomate, du melon, du pois, etc...

(1) N = azote ; P_2O_5 = acide phosphorique ; K_2O = potasse.

La baisse de rendement s'accroîtra encore par suite des maladies de carence et de dégénérescence dont les effets se feront de plus en plus sentir, non seulement sur la pomme de terre, mais aussi sur la tomate, l'aubergine, le melon, etc...

En conséquence, et en attendant des jours meilleurs, les maraîchers sont dans l'obligation de diminuer les surfaces consacrées aux cultures légumières intensives de façon à utiliser au mieux le peu d'engrais dont ils disposent et de faire sur les autres tènements des cultures fourragères et des céréales moins exigeantes.

En général, on devra lutter contre le manque d'engrais par l'emploi plus rationnel des fumiers de ferme et des fumiers de fabrication artificielle, par l'emploi d'engrais verts, par le maintien d'un assolement rigoureux pour éviter la fatigue des sols, par le choix de rotations les plus avantageuses tant au point de vue de la conservation du sol qu'à celui de la vente des produits. Enfin, on pourra envisager le remplacement de certaines cultures maraîchères intensives par des cultures dérobées et intercalaires de quelques légumineuses de printemps (fèves, pois, lentilles, etc...).

On s'efforcera dans tous les cas, et autant que l'on pourra, de tenir compte de la résultante du dynamisme entre les exportations des éléments fertilisants et les fumures qui les composent.

Prairies. — La fumure phospho-potassique reste à la base de la fertilisation des prairies artificielles des régions de Montfavet (Vaucluse) et de la Crau (Bouches-du-Rhône). Elle augmente la proportion de légumineuses et enrichit légumineuses et graminées en protides (matières azotées). [Expériences de MAUME (17) au centre expérimental du Merle, près de Salon].

L'emploi alternatif de superphosphate de chaux et de scories de déphosphoration peut, dans certain cas, avoir une heureuse influence sur la flore de ces prairies.

L'azote est donné à la fin de l'hiver sous forme organique (arrosage avec du purin dilué).

La présence de matières organiques dans les sols a une grande importance, ainsi que nous l'avons relaté, sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique, élément si utile aux prés (formation et rôle des humo-phosphates découverts par CHAMINADE (Voir le Chapitre V, 2^{me} partie).

C'est ainsi que dans les jeunes prairies nouvellement créées, ayant un sol encore pauvre en humus, l'apport d'un peu de gadoues triées ou fermentées, ou de fumier, permet, ainsi que nous l'avons constaté au cours d'essais d'expérimentation, une utilisation immédiate de l'acide phosphorique. On observe en effet, une augmentation très nette du rendement par rapport aux parcelles contenant la même dose d'acide phosphorique sans addition de matières humiques. Ces faits viennent confirmer les résultats des récentes expériences de SAOUERLANDT et de MITSCHERLICH (SCHEFFER, 19), d'où il ressort que l'action de l'acide phosphorique d'un riche fumier de

ferme est, toutes choses égales d'ailleurs, infiniment supérieur à celle d'un engrais chimique.

Le manque de phosphore se fait actuellement nettement sentir et influe sur la *quantité* et sur la *qualité* du foin récolté.

Il nous faut donc accroître par tous les moyens (rôle de l'humus, rôle du travail du sol, etc...) l'action physiologique de l'acide phosphorique sur les plantes (1).

Vignes. — La fumure de fond est effectué avec le labour de défonceur. Elle consiste à répartir dans l'épaisseur de la terre remuée du fumier bien fait (jusqu'à 50.000 kgs à l'hectare). Il s'agit en somme d'un amendement humifère si nécessaire à nos sols méridionaux.

Comme nous l'avons signalé pour les arbres fruitiers, il est dangereux, surtout en terrains secs non arrosables, d'employer trop tôt des engrais minéraux.

Ceux-ci utilisés comme fumure *d'entretien* (2), sont nécessaires dès la 3^{me} année de plantation. Les besoins de la vigne en éléments fertilisants, fort bien étudiés par MUNTZ, puis par LAGATU et MAUME (15) (diagnostic foliaire), varient suivant les conditions de sol, d'exposition, de climat, de cépage et de porte-greffe.

Le diagnostic foliaire est une méthode expérimentale de contrôle de l'alimentation des plantes cultivées. Elle met bien en évidence toute l'importance de ces facteurs qui varient souvent d'une année à l'autre. C'est ainsi qu'elle fournit, par exemple, une explication claire des faits suivants :

— Il n'est pas rare que telle fumure de la vigne qui se montre efficace une année, soit inefficace une autre année (sécheresse).

— Il n'est pas rare non plus que dans une année donnée deux types de sols différents, *peu éloignés* et plantés en vignes soient l'un sensible à une fumure déterminée, l'autre non (la technique pédologique nous l'avait laissé prévoir).

— D'autre part, le diagnostic foliaire permet d'étudier comparativement l'effet de divers modes d'épandage d'un engrais et celui des diverses époques d'épandage de cet engrais.

C'est ainsi qu'on a pu vérifier ce fait connu dans les vignobles méridionaux, à savoir que l'épandage des engrais potassiques à la fin de l'automne est préférable à l'épandage au début du printemps.

(1) N.B. — Nous conseillons vivement aux agriculteurs créant une luzernière de faire subir aux graines, avant le semis, l'inoculation des bactéries spécifiques suivant la technique de DEMOLON et DUNEZ (Annales agronomiques 1935 - p. 89), le procédé aujourd'hui au point, augmente les rendements et la durée de la luzernière (lutte contre le bactériophage).

(2) En zone sèche — vins de qualité — la fumure d'entretien fera son maximum d'effet à l'occasion d'un sous-solage, opération de rajeunissement des racines de la vigne, souvent nécessaire et recommandable, quand le rendement fléchit.

Les notions de *fertilisation de base* que nous venons d'indiquer pour les principales cultures méridionales permettront à l'agriculteur d'obtenir pour ses terres cette *fertilité acquise* qu'il doit s'efforcer de maintenir par *des soins d'entretien* suffisamment prolongés de ses cultures.

Il ne doit pas oublier notamment qu'un travail très soigné de son sol peut fortement contribuer à une bonne mise à profit du capital disponible en substances nutritives.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre VIII :

1. — G. BARBIER et P. BOISCHOT. — *La tourbe a-t-elle une valeur fertilisante ?* — C.R. de l'Acad. d'Agr. N° 18, 1943, p. 501.
2. — J. BORDAS. — *Action fertilisante du soufre.* — Annales Agronomiques 1928.
- 2 bis. — J. BORDAS. — *Les traitements des ordures ménagères par fermentation en vase clos.* — Prix Bellion, 1930. — Ac. des Sciences.
3. — J. BORDAS et G. MATHIEU. — *Comptes rendus des essais sur la fertilisation* (années 1928 à 1942) et C.R. Ac. d'Agr. — Déc. 1938.
4. — J. BORDAS et G. MATHIEU. — *Action de l'urée dans les alluvions quaternaires du Comtat-Venaissin.* — Annales agronomiques 1929 et 1930.
5. — Fr. BORDAS et S. BRUERE. — *La protéolyse microbienne.* Prix Bellion. — Ac. des Sciences, 1916.
6. — H. BURGEVIN et G. GUYON. — *Observations sur l'utilisatoïn de l'azote des engrais par les plantes.* — Ann. Agr. T. VI - 1936, p. 1-19.
7. — G. COUPAN. — *Le gaz des fumiers.* — C.R. Acad. d'Agr. N° 15 - 14 octobre 1942, p. 529.
8. — DEHERAIN. — C.R. Ac. des Sciences - 1884, p. 377.
9. — DEMOLON et H. BURGEVIN. — *Humification des pailles.* — Collection des monographies publiées par le ministère de l'Agriculture. — Paris, 1941. Imprimerie Nationale.
10. — DEMOLON, H. BURGEVIN et M. MARCEL. — *Utilisation du fermier artificiel dans la culture du champignon de couche.* — Collection des monographies publiées par le ministère de l'Agriculture. — Paris, 1941. Imprimerie Nationale.
11. — H. GESLIN, M. MARCEL et H. SERVY. — *Utilisation du fumier artificiel dans la constitution des couches.* — Collection des monographies publiées par le ministère de l'Agriculture. — Paris, 1941. Imprimerie Nationale.
12. — S. HENIN. — *Etude sur la régénération des éléments structuraux des sols de limon.* — Ann. Agr. T. VI, 1936, p. 455.

13. — H. HITIER. — *Système de culture et assolement*. — Paris 1913.
14. — E. JOUIS. — *La fumure des arbres fruitiers au pal injecteur*. — Ann. Agr. T. XII N° 3. 1942, p. 421.
15. — H. LAGATU et L. MAUME. — *Le diagnostic foliaire et son degré de sécurité*. — C.R. Ac. des Sciences. — T. 188, 15 avril 1929.
16. — G. MATHIEU. — *La production de la pomme de terre en Provence*. — Ann. Agr. T. XII, N° 1, 1942.
17. — MAUME. — *La fertilisation des prairies irriguées en Crau*. — Ann. Agr. T. XI, N° 1, 1941.
18. — F. PARISOT. — *Rotation et assolements*. — Paris. — LAROUSSE, Edit.
[Petit ouvrage de vulgarisation sur un sujet qu'on a trop tendance actuellement de délaisser à tort d'ailleurs. Il ne faut pas oublier comme le signale l'auteur, que « dans les écoles d'Agriculture, un « projet de rotation et d'assolement pour une exploitation déterminée, dans une région donnée, constituait autrefois, en fin d'étude, une sorte de thèse agricole exigée des candidats aux diplômes ».]
19. — SCHEFFER. — *Mobilisation des substances nutritives du sol par mesures d'aménagement et de culture*. — Bull. de la Soc. d'encouragement pour l'industrie nationale. — Sept.-Déc. 1943.
[L'auteur s'appuyant sur les plus récents travaux effectués tant en France qu'en Allemagne, étudie les divers moyens de mobiliser les réserves nutritives du sol (Rôle de l'humus et du travail du sol notamment).]
20. — V. VINCENT, J. HERVIAUX et Y. COIC. — *Chaulage des sols acides par les calcaires naturels et la chaux agricole*. — C.R. Ac. des Sciences. — 14 mars 1938.
21. — E. WOLLNY. — *La décomposition des matières organiques et les formes d'humus dans leurs rapports avec l'agriculture*, traduit de l'Allemand par E. HENRY. — BERGER-LEVRAULT, Edit. Paris (ouvrage déjà cité, p. 189).

CHAPITRE IX

L'Aménagement de la Ferme et du logement des animaux

« Une des causes de l'exode rural est dans l'insuffisance de l'habitation. Un des moyens les plus efficaces pour lutter contre cet exode réside, par suite, dans l'amélioration de l'habitation rurale en même temps que dans l'aménagement rationnel de la vie à la campagne ».

VIGNEROT (11)

Bien que ce sujet s'éloigne nettement du plan de technique agronomique que nous avons suivi jusqu'alors, il nous paraît cependant utile, pour qui veut aménager rationnellement un domaine agricole, d'avoir quelques données sur les améliorations à apporter à l'habitat rural dans le midi de la France, car aménager sa ferme et ses bâtiments d'exploitation, c'est faire œuvre d'équipement rural au même titre que de drainer son champ ou d'arroser une terre aride. Nous serons d'ailleurs très bref et nous renvoyons le lecteur aux différents ouvrages signalés à la fin de ce chapitre.

A la suite de la conférence européenne d'hygiène rurale, tenue à Genève en 1931, une vaste enquête internationale a été faite de par le monde sur l'habitat rural. De très nombreux documents qui furent ainsi rassemblés ont permis d'établir la situation de l'habitation rurale avant 1939. Elle se présente sous des aspects très différents suivant les nations et les régions ; la guerre qui a fait dans tous les pays d'Europe tant de ravages nous obligera, hélas, en bien des endroits en France, à reconstruire. Souhaitons que l'on tienne compte des traditions folkloriques régionales tout en sauvegardant les règles essentielles de l'hygiène publique et sociale. Il ne faut pas oublier que, parmi les éléments sociaux qui constituent le folklore d'une région (usages, costumes, langage, maisons), l'habitation est le plus durable et a conservé, à travers les siècles, l'unité et la tradition architectonique du village (DAUZAT, 1).

Dans la région du Bas-Rhône, il existe deux types d'habitat rural dispersé :

1°) l'habitat ancien, mas et bastides parfois fortifiés, correspondant aux grands domaines seigneuriaux ou abbaciaux de l'ancien régime, dont les plus anciens sont les héritiers directs des Villas Romaines (1).

2°) l'habitat dispersé récent, dû à un phénomène démographique datant du siècle dernier (abandon total ou partiel du village souvent haut perché sur une colline d'accès difficile : exemple de celui d'Oppède, en Vaucluse — apparition dans les plaines devenues fertiles de cultures intensives spécialisées et rémunératrices — remembrement de propriétés, etc...).

Sauf en Camargue et en Crau, ainsi que dans certaines régions du Gard, l'habitation rurale reste en général, celle d'un pays de moyenne et le plus souvent de petite propriété. C'est pourquoi cette étude du logement rural, qu'il s'agisse de celui de l'agriculteur lui-même, de celui de son personnel ou même de celui de son cheptel vif, est de la plus haute importance pour lutter à la fois contre la désertion des campagnes et les grands fléaux sociaux, tuberculose, alcoolisme, fièvre ondulante (2), etc...

Le taudis à la campagne est isolé ; il est caché et difficile à dépister. Les difficultés pour améliorer l'habitat rural seront infiniment plus grandes qu'en ville. Les propriétaires ruraux doivent faire l'effort indispensable ; des conseils techniques (génie rural), des prêts à taux réduits (caisses de Crédit Agricole) pourront agir efficacement pour l'amélioration hygiénique des locaux.

Nous rappelons ci-après, les conditions essentielles de salubrité de toute habitation à la campagne :

I. — AMENAGEMENT DE LA FERME

Emplacement. — On jouit ici d'une plus grande liberté qu'en ville, néanmoins les bâtiments de la ferme doivent être construits sensiblement au milieu du domaine près d'un point d'eau (condition essentielle) et à petite distance des routes. On tiendra compte également de la nature du sol et de la topographie (écoulement des eaux usées et distance suffisante de la nappe phréatique* pour éviter l'humidité dans les murs et les planchers). Enfin on séparera sans les éloigner, les logements de l'exploitant et de ses ouvriers, de celui des animaux. En effet il ne faut pas oublier qu'une disposition judicieuse des bâtiments de la ferme, les uns par rapport aux autres, peut se traduire ultérieurement par une économie de main-d'œuvre.

(1) Pour connaître l'historique de cet intéressant problème de géographie humaine, consulter GEORGE (4).

(2) La fièvre ondulante ou brucellose appelée aussi fièvre de Malte est en train de prendre une extension considérable et envahit littéralement nos campagnes en y faisant des ravages sanitaires et économiques que l'on peut, pour certaines régions, qualifier de désastreux.

Orientation. — L'habitation rurale dans la région du Bas-Rhône ne peut échapper à la tradition adaptée aux conditions climatiques. C'est ainsi que l'orientation est sous la dépendance du vent dominant qui est le mistral. La façade principale sera toujours exposée au midi. Les bâtiments protégés souvent par une haie de cyprès, s'allongeront d'est en ouest avec le minimum d'ouverture au nord. C'est à cette exposition que l'on placera la cave et au besoin les remises. Cette disposition est un des caractères de la maison latine qui possède en outre un toit à faible pente et à un pan recouvert de tuiles rondes.

Pour éviter l'humidité, même dans nos régions, les rez-de-chaussée doivent être légèrement surélevés.

D'ailleurs dans toute la vallée du Rhône des précautions spéciales à cet égard doivent être prises en vue de parer aux crues subites et assez fréquentes du Rhône et de ses affluents. Dans les grandes exploitations rappelant les anciennes bastides, on peut conserver la disposition des bâtiments encadrant une cour fermée au mistral.

Matériaux de construction. — L'importance du facteur géographique s'affirme pour les matériaux de construction ; en effet on emploie en général ceux que l'on trouve sur place, c'est ce qui caractérise la physionomie des maisons et l'aspect de nos villages de France. Mais les progrès des moyens de communication et de la technique diminuent cette emprise de la nature et l'emploi du ciment armé, du béton, des thermo-blocs à vides chromatiques, se généralise de plus en plus.

Toutefois les pierres calcaires sont encore dans le Midi d'un usage très répandu et certaines carrières comme celles de Tavel (Gard) et de Fontvieille (Bouches-du-Rhône) sont encore célèbres.

Pour les toitures on conservera la tuile courbe romaine avec la bordure de tuiles en gradins renversés appelée « gènoise » et formant auvent. C'est une toiture lourde, établie pour résister aux vents violents de la région, mais elle est très caractéristique dans tout le midi méditerranéen.

Pour recouvrir le sol, il vaut mieux maintenir l'usage méridional des dallages et des carrelages infiniment plus hygiéniques que les planchers ou le parquetage.

Il est recommandable de faire effectuer un enduit extérieur (crépi ou tyrolienne). Les enduits intérieurs sont faits au plâtre, on peut les recouvrir de peinture.

N.B. — On se sert pour crépir d'un enduit projeté avec un petit balai de thym d'où le nom d'enduit « à la farigoule ».

Logement du personnel agricole. — On doit forcément faire une distinction entre les différentes catégories du personnel agricole.

C'est ainsi que la ou les servantes seront logées dans une chambre de l'habitation de l'exploitant. On pourra agir de même pour les ouvriers célibataires.

Les ménages d'ouvriers permanents seront logés dans des bâtiments annexes indépendants ou même dans de petites maisons avec jardin potager.

Les ouvriers saisonniers devront avoir un dortoir avec salle commune si possible.

Enfin les vachers, bergers, palefreniers qui doivent surveiller les animaux durant la nuit, coucheront non pas dans les écuries, étables et bergeries, comme on le voit encore trop souvent, au mépris des règles élémentaires de l'hygiène, mais dans un petit local contigü, bien séparé du logement des bêtes et bien aéré. Grâce à une lucarne la surveillance pourra être exercée d'une façon efficace.

Il resterait à dire quelques mots des exploitations qui se trouvent encore dans les villages ou les bourgs notamment dans les régions montagneuses. On y trouve souvent des locaux exigus, insalubres et ne correspondant pas aux machines actuelles de culture et de récolte. Mais pour remédier à cet état de chose cela regarde souvent moins le propriétaire que les pouvoirs publics. Il s'agit alors d'urbanisme et non de « ruralisme » et ce sujet sort nettement du cadre que nous nous sommes assigné.

II. — LOGEMENT DES ANIMAUX

Dans bien des exploitations agricoles du midi de la France, le logement des animaux ne correspond ni aux conditions d'une hygiène rationnelle, ni à celles qui facilitent les travaux courants.

En effet, une bonne habitation du bétail doit répondre aux trois conditions suivantes :

a) Assurer un logement convenable aux animaux et les préserver des intempéries.

b) Favoriser l'économie de l'exploitation quelle que soit son orientation.

c) Permettre une bonne surveillance, une distribution normale des aliments et toutes les opérations d'entretien.

Ces principes s'appliquent naturellement aussi bien aux écuries, aux étables et aux bergeries qu'aux porcheries, clapiers, poulaillers, colombiers et même aux magnaneries et aux ruches.

Emplacement. — En général l'emplacement du logement des animaux ne peut être déterminé qu'après l'examen des conditions particulières dans lesquelles se trouve chaque ferme. Mais de toute façon, il faut tenir compte de la direction du vent dominant (le mistral) pour que les odeurs ne parviennent pas à l'habitation de l'exploitant, et de la position des puits ou sources pour éviter leur pollution par les fumiers. D'autre part, les abreuvoirs, les pédiluves ne doivent pas être trop éloignés. L'électrification des campagnes

permet de résoudre cette importante question de l'eau en amenant ce liquide précieux là où il est nécessaire.

Le logement des animaux doit avoir un sol bien sec ou préalablement asséché ; il est en effet, très important que les animaux ne souffrent pas de l'humidité provenant de la terre ; il faut aussi donner au sol une inclinaison suffisante pour l'évacuation des urines vers la fosse à purin. Ce sol doit être solide, résistant aux pieds ferrés des bêtes et toutefois non glissant. Il n'y a guère que le ciment rainuré établi sur un radier qui puisse donner ainsi toute satisfaction.

Aération. — Les ouvertures (portes et fenêtres) doivent être placées de façon à éviter les courants d'air et les changements brusques de température, si fréquents dans la région du Bas-Rhône, mais elles doivent permettre toutefois le renouvellement de l'air. Les fenêtres ne seront pas placées trop bas. On les fermera avec un panneau de bois mobile qui réglera l'intensité de la lumière. Enfin *toutes les vitres doivent être peintes en bleu* (lutte contre les mouches). JALANNE et JOUBERT ont montré, en effet, en 1916, que l'œil de cet insecte est daltonien, c'est-à-dire qu'il ne voit, dans le spectre solaire, que les radiations allant du vert à l'orange. Par conséquent les mouches deviennent inactives dans une pièce où les carreaux des fenêtres sont peints en bleu, tout comme si elles se trouvaient dans l'obscurité.

C'est là un procédé simple et encore trop peu répandu dans nos campagnes pour lutter contre ce fléau ou tout au moins pour en éviter les effets si désagréables.

Voici maintenant quelques données pour les divers logements des animaux :

Ecuries. — Les stalles séparées par les bat-flancs, pour les races moyennes de chevaux doivent avoir 2 m. 50 de longueur et 1 m. 50 de largeur ; les mangeoires auront un volume, par bête, de 20 litres environ et les rateliers de 200 litres ; mais si mangeoires et rateliers ne sont pas séparés d'animal à animal, ce qui arrive le plus souvent, il faut prévoir alors un volume plus grand. Il est bon de posséder une petite pièce spéciale pour accrocher les harnais (sellerie).

Etables. — La surface utile à chaque bovidé non compris les emplacements de la crèche et des passages, est la suivante : (d'après ROCHAIX et TAPERNOUX, 8).

	<i>Petites races (1)</i>	<i>Grandes races</i>
longueur	2 m. 20	2 m. 80
largeur	1 m. 20	1 m. 60

(1) Exception faite durant cette guerre, le paysan méridional ne possède pas de vaches pour son usage personnel (lait) ; celles-ci sont remplacées par des chèvres qui vivent avec les moutons. Les vacheries importantes sont groupées autour des villes. Les races que l'on rencontre sont celles des Alpes ou du Jura (Montbéliarde-Comtoise-Tarine-Schwitz).

La largeur de la crèche est de 0 m. 70 environ. Il faut prévoir un couloir de service (1 m. 75) et un couloir d'alimentation (1 m. 30).

Le caractère placide des bovidés permet la suppression des séparations mais les veaux et les taureaux sont mis à part.

Les bovins n'ont pas besoin de ratelier et les mangeoires appelées crèches sont presque toujours communes ; les crèches avec cornadis évitent le gaspillage des matières alimentaires. D'ailleurs l'adoption de crèches individuelles serait préférable et éviterait la contagion de diverses maladies. Ces crèches auront alors une capacité de 70 à 80 litres.

Dans les étables importantes, il y a lieu de prévoir sous les crèches, un abreuvoir, sous forme d'un canal où l'eau claire et propre est maintenue à un niveau constant. Pour les vaches laitières les abreuvoirs individuels et automatiques sont à préconiser car ils favorisent l'augmentation de la production. Ils sont au contraire à déconseiller pour les jeunes bêtes qui ont tendance à trop boire et pour les bœufs de travail ; si ceux-ci absorbent, en effet, un excès de liquide surtout en revenant des labours, on risque de diminuer leur résistance.

Bergeries. — Déjà DAUBENTON, au XVIII^{me} siècle, préconisait pour les bergeries une aération convenable tout en évitant les courants d'air. Ce principe fondamental, après deux siècles, n'est pas encore assez répandu parmi nos paysans et nos éleveurs.

Voici d'après ROCHAIX et TAPERNOUX (8) les surfaces nécessaires en mètres carrés par animal.

	<i>Petites races</i>	<i>Grandes races</i>
Antenais*	0m.40 à 0m.50	0m.55 à 0m.75
Adulte	0m.50 à 0m.60	0m.70 à 0m.90
Bélier	1m.50 à 1m.80	2m.10 à 2m.70
Brebis avec agneau..	1m.00 à 1m.20	1m.40 à 1m.80

Pour les chèvres on adoptera les chiffres correspondant aux petites races de mouton. Il est utile de prévoir des cases à bélier et de réserver un emplacement spécial dans la bergerie pour les brebis avec leurs tous jeunes agneaux.

Les bergeries ont besoin d'un sol sec ; il est en terre battue et cela est suffisant. On le recouvre de la litière qui est enlevée tous les deux mois, car les ovins urinent peu.

Le ratelier pour le mouton, est fixé au-dessus de la crèche. Il est indispensable de leur assurer une largeur suffisante par tête, car les moutons mangent tous en même temps en se pressant les uns contre les autres (au moins 0m.40).

Les moutons buvant de 1 à 3 litres par jour, il faut prévoir pour les exploitations importantes des séries d'abreuvoirs à niveau constant.

Chaque compartiment de la bergerie ne doit pas contenir plus de cent bêtes. Les portes extérieures doivent être suffisamment lar-

ges et présenter des dispositions spéciales pour atténuer les risques d'accidents ; en effet, les moutons se pressent les uns contre les autres pour entrer ou sortir. Les brebis qui peuvent s'écraser contre les jambages de l'ouverture risquent d'avorter.

Porcheries. — Il existe dans la région du Bas-Rhône, notamment dans les Bouches-du-Rhône, certaines porcheries importantes ; mais dans les fermes, les loges à cochons sont des réduits infects le plus souvent. En principe, car en pratique nous ne l'avons pas souvent observé, la porcherie, en raison des inconvénients qu'elle provoque (odeur, mouches, etc.) doit être établie assez loin des habitations et même du logement des autres animaux, sans exagérer toutefois les distances, car les porcs sont alimentés avec les déchets de cuisine et de laiterie. Rappelons que les porcheries sont les seuls groupements d'animaux d'élevage qui, *en dehors des agglomérations urbaines*, sont inscrites parmi les établissements classés, c'est-à-dire les établissements dangereux, insalubres ou incommodes. C'est dire que l'hygiéniste s'est aperçu des dangers que représente cet élevage (de plus de dix animaux), *même à la campagne*, notamment celui que constitue le problème du nettoyage et de l'évacuation des eaux résiduaires.

Les porcs sont placés dans des loges. Avant de les construire, il est nécessaire de connaître les caractéristiques de la race que l'on veut exploiter car il y a des différences énormes de hauteur et de longueur des animaux suivant celle-ci. Les loges sont séparées entre elles par des cloisons en briques hautes de 1m.30 environ et dont les joints avec le sol (cimenté et en pente) sont concaves pour maintenir facilement la propreté. Chaque loge a une porte et une ouverture pour recevoir l'auge munie d'un volet mobile.

Basse-Cour. — Les animaux composant la basse-cour sont d'une part des oiseaux gallinacés (poules, dindons, pintades, etc.), palmipèdes (oies, canards), colombins (pigeons) et d'autre part, des petits mammifères rongeurs (lapins).

Dans nos fermes méridionales le poulailleur est souvent réduit à sa plus simple expression ; il arrive même fréquemment que, durant la belle saison, les poules couchent sur les premières branches des arbres plantés devant la ferme. Toutes ces volailles sont, la plupart du temps, en liberté ; elles s'ébattent alors sur le tas de fumier en le dispersant ; elles vont sur les terres des voisins occasionnant des dégâts, et... des sujets de dispute. Dans la région du Bas-Rhône, où les cultures se succèdent, en bien des endroits, durant toute l'année, il est nécessaire d'avoir un poulailleur clos et assez vaste. La cabane, en bois généralement, légèrement surélevée au-dessus du sol doit avoir une superficie suffisante (3 mètres carrés pour 20 poules). Le nombre de bêtes pour chaque poulailleur ne devrait pas dépasser 50, en raison des difficultés de surveillance et du danger des épizooties. La longueur des perchoirs doit être telle qu'elle assure à chaque poule accroupie, une largeur de 35 à 40 centimètres.

Au sujet des pigeons nous dirons seulement que c'est une erreur d'installer le pigeonnier dans les greniers ou les combles de la maison (manque d'hygiène et manque de surveillance).

En ce qui concerne les clapiers, notons qu'il est indispensable d'assurer l'écoulement des urines en évitant que celles provenant de l'étage supérieur ne s'infiltrent à l'étage inférieur. Les déjections ne doivent pas rester sous l'animal. L'emploi d'un plancher en caillbotis ou en grillage fin permet de résoudre ce problème sanitaire important.

Nous ne parlerons pas de l'aménagement d'un *rucher* ou d'une *magnanerie* ; il s'agit de spécialisations un peu trop particulières ; toutefois, les principes d'hygiène énumérés plus haut s'appliquent également dans l'organisation de ces exploitations, étant donné les dangers de diverses maladies épizootiques : acariose, loques des abeilles, pébrine et flacherie des vers à soie.

Enfin, nous terminerons ce paragraphe en rappelant que le choix des animaux de travail, dans une espèce donnée doit dépendre de l'âge et de la race. Il est évident que les animaux adultes sont les plus résistants, cependant les jeunes animaux (poulains de 18 mois et bœufs du même âge) peuvent rendre de grands services à condition qu'ils soient entraînés progressivement et convenablement dressés.

III. — **BATIMENTS ANNEXES** (laiterie - cave - logement des aliments des animaux - équipement frigorifique)

L'Agriculteur ne peut pas en général transformer les produits agricoles qu'il récolte ; il n'est d'ailleurs pas souvent équipé pour ce genre de travail. Toutefois en France, deux industries agricoles restent encore souvent annexées à la ferme :

1°) La transformation des produits de laiterie (beurre, fromages) ;

2°) La fabrication et la conservation des produits de la vigne et des pommiers (vin - cidre) (1).

La plupart du temps d'ailleurs l'agriculteur opère mal, sans propreté, et le développement des coopératives laitières et viticoles a été un bienfait énorme. Il ne faut pas oublier, en effet, que le lait et le vin ou le cidre sont des liquides biologiques très difficiles à préparer et à bien conserver si on ne suit pas strictement les règles d'hygiène bien connues depuis les découvertes de Pasteur. Pour la région du Bas-Rhône, seules les caves sont surtout à considérer.

Voici, en ce qui concerne les celliers, quelques données indispensables pour leur aménagement :

(1) Dans le Sud-Est, le paysan des montagnes provençales distille aussi lui-même, en plein air, la lavande qu'il récolte. Il s'agit d'installations bien rudimentaires (Voir la photographie p. 231).

Un cellier appelé plutôt cave dans le Midi, est la partie des bâtiments agricoles où la vendange est transformée en vin et où ce vin est conservé. Il doit répondre aux conditions importantes suivantes : permettre la rapidité et la propreté des opérations, assurer la régularité de la fermentation suivant les principes pasteurien, permettre enfin une manutention convenable, une bonne conservation et un vieillissement normal du vin.

Dans le Midi, la cave où se fait la vinification est placée au nord des bâtiments de la ferme, elle est ainsi soustraite aux rayons du soleil, mais elle doit rester sèche. Les murs doivent être assez épais pour éviter à l'intérieur des changements brusques de température, mais l'aération doit être convenable. La cave de conservation des vins, doit autant que possible être souterraine.

Toutes les dispositions pour faciliter le nettoyage à grande eau des caves sont indispensables : plancher cimenté, pente suffisante angles arrondies. etc...

La propreté la plus minutieuse est en effet de rigueur pour toutes les parties du cellier, comme pour les récipients vinaire.

L'accès de la cave à vinifier doit être facile pour permettre la rentrée de la vendange et son passage au fouloir et éventuellement à l'égrappoir.

Les cuves de fermentation sont en ciment, elles seront « affranchies » au moyen de plusieurs badigeonnages, avec une solution d'acide tartrique à 25 % afin d'éviter, avant le tartrage naturel des parois de la cuve, une désacidification du moût ou du vin. On peut également faire cet affranchissement au moyen du procédé de la fluatation ou en utilisant un revêtement interne en carreaux de faïence.

Ces cuves de fermentation resteront ouvertes pour faciliter le remontage indispensable du moût et l'arrosage du chapeau ; une fois la fermentation tumultueuse terminée on fermera au moyen de planches mobiles.

Dans les grandes exploitations viticoles on a tendance à exagérer la capacité de cette cuve, la fermentation se conduit alors plus difficilement ; une cuve de fermentation ne devrait pas avoir une contenance supérieure à 200 hectolitres.

Dans les caves du Bas-Languedoc, où une seule qualité de vin est généralement demandée (consommation courante), on pourra opérer la conservation du vin dans des cuves en ciment qui alors peuvent être de grande capacité. Celles-ci sont plafonnées (en ciment) ; on prévoit une cheminée afin d'assurer un bon ouillage et éviter tout contact avec l'air.

Dans la région du Bas-Rhône les caves appartiennent au type provençal. Dans celles-ci on fabrique en effet, plusieurs sortes de vins généralement de qualité : vins rouges, rosés, blancs, vins de café, vins à appellations contrôlées ou réglementées (1). On a alors

(1) Appelés actuellement « vins délimités de qualité supérieure ».

intérêt à assurer la conservation de ces vins dans du bois (chêne) : foudres, demi-muids et fûts. Ceux-ci seront placés dans la cave de conservation qui doit être parfaitement isothermique.

Logement des aliments des animaux. — Le foin, les fourrages secs, la paille, sont généralement conservés dans des greniers, magasins à fourrage ou fenils situés au-dessus du logement des animaux. Pour éviter la poussière qui vient souiller les animaux, leurs aliments et leurs produits (lait notamment) les plafonds de séparation doivent être convenablement établis. Un système d'abat-foin avec trappe, coffre et panneau mobile permettra de faire passer sans aléa, le fourrage du grenier dans l'écurie.

Dans la région du Bas-Rhône, il arrive que, dans les petites fermes où manque souvent la place, on conserve la paille dehors ; celle-ci est placée en meules serrées autour d'un mât, ce mode rudimentaire de logement qui s'explique un peu sous le climat méridional, s'étend aussi au fourrage sec contenant des graines (vesces par exemple) qui sont la proie des souris et des rats quand elles sont placées à l'intérieur des bâtiments.

Dans le Midi, on pratique peu l'enlisage, parfois cependant pour les pulpes de betteraves (sucrerie d'Orange). Pourtant dans les circonstances actuelles, il peut être intéressant de pouvoir conserver les fourrages verts, à l'état frais, avec toutes leurs qualités nutritives.

L'ensilage à froid, qui grâce à l'addition d'acide (1) permet de conserver en silos les fourrages verts, est couramment utilisé dans les pays nordiques. Cette méthode peut s'appliquer également aux sarments de vigne encore feuillés et récoltés de suite après les vendanges (Alimentation du cheptel méridional).

Cette opération se fait dans des silos-cuves qui ont l'avantage d'être relativement peu coûteux. Ceux-ci sont cylindriques (3 à 4 mètres de diamètre) ; ils sont établis sur un radier en béton ; ils ont deux mètres de profondeur et sont enterrés sur 1m.50 environ. Les parois de ces silos sont faits en ciment armé. On trouvera dans le fascicule de WALBAUM (12) tous les détails techniques pour que l'exploitant puisse faire effectuer ce travail sans difficulté par le maçon du village.

Les observations faites depuis de nombreuses années dans le midi de la France par quelques expérimentateurs, permettent d'affirmer qu'en ensilant les fourrages, on peut entretenir deux fois plus de bétail qu'en les fanant, ce qui procure à l'exploitant un tonnage plus important de fumier, ce facteur primordial de la productivité des sols, notamment dans le midi.

(1) On emploie l'acide (99 % d'acide chlorhydrique et 1 % d'acide phosphorique) en solution diluée, à raison de un litre pour quatre litres d'eau. Cette solution sert pour traiter 100 kgs de fourrage vert à raison de cinq à sept litres suivant la qualité de l'herbe. On utilise également l'acide formique.

L'équipement frigorifique rural

Une exploitation agricole de la basse vallée du Rhône, spécialisée dans les cultures des fruits, primeurs, raisins de table, etc... doit posséder une ou plusieurs *chambres froides*, premier maillon de ce qu'on est convenu d'appeler la « chaîne frigorifique ».

Cette expression imagée et comparable à la chaîne d'un piquet d'incendie d'un petit village signifie que toutes les opérations par lesquelles doit passer rapidement un produit agricole, comme le seau d'eau de mains en mains, depuis le lieu de sa récolte jusqu'au consommateur, s'effectueront sous l'action constante du froid.

Qu'un accident survienne à un point quelconque de la chaîne, au cours d'un transport non réfrigéré, chez un grossiste mal outillé, tout l'équipement prévu est par terre, le produit perd de sa valeur marchande, car sa qualité tombe immédiatement.

Or, à l'heure actuelle en France, c'est ce chaînon initial de la production qui est négligé, il est à mettre en place. Voici comment VERLOT (10) conçoit cette chaîne frigorifique :

« La formule idéale de chaîne frigorifique rurale peut pratiquement se représenter en tout premier lieu par la ou les chambres de réfrigération installées au lieu même de la récolte ou de production, *soit chez le producteur lui-même, soit dans un bâtiment commun à plusieurs producteurs.*

« Cet entreposage de quelques heures, en vue de la réfrigération immédiate, doit être alors suivi d'un transport réfrigéré, à destination soit d'un frigo-consigne, soit d'un entrepôt frigorifique d'attente.

« De ceux-ci le produit sort, sous régime du froid, pour être destiné soit à la consommation immédiate, soit à l'utilisation industrielle, l'une et l'autre dans le cadre régional.

« Le produit peut aussi, toujours sous le régime du froid, être expédié à destination du marché national ou étranger d'un grand centre de consommation ou de son frigorifique, où il est alors stocké pour une plus ou moins longue échéance, accomplissant une nouvelle et dernière étape de son cycle frigorifique, avant son exportation ou sa mise en vente et sa consommation ».

Ainsi le froid, facteur de qualité, facteur de revalorisation des produits agricoles sur tous les marchés, doit être à l'avenir aussi nécessaire dans une exploitation agricole de quelque importance que l'électricité donnant la lumière et la force (et encore en France, ne consomme-t-on par habitant que 487 K.W.H. contre 782 aux Etats-Unis et 1369 en Norvège !).

Toutefois, en dehors du cas, spécial, de la vallée rhodanienne et de la zone méditerranéenne où les productions s'échelonnent durant de longs mois et où l'on devrait envisager une installation de chambres froides chez l'exploitant, il se peut qu'au début on conçoive ce 1^{er} échelon frigorifique à la récolte sous une forme coopérative ou

polyvalente (jonction par exemple avec un abattoir) (1) de façon à éliminer les inconvénients dus au caractère saisonnier de la production agricole française en général et également afin de ne pas charger le paysan, souvent incompetent en la matière, d'installer et de surveiller une petite installation frigorifique, somme toute assez délicate.

Il reste, enfin, une large propagande à faire en faveur du froid et de ses applications ; celles-ci sont, en effet, encore entourées aussi bien dans les milieux ruraux que parmi les consommateurs, de préjugés absurdes...

Pourtant il ne fait pas de doute que, dans les compétitions mondiales d'après-guerre, l'équipement frigorifique de notre agriculture, sera un des principaux moyens dont disposera la France pour lui permettre de se mettre à parité des grandes nations mondiales.

*
**

— Les quelques données de ce dernier chapitre complètent les principes de base du plan rationnel *d'équipement et d'aménagement* d'un domaine agricole méridional, principes qui permettront d'accorder les progrès techniques indispensables, aux structures caractéristiques existantes (Milieu - Exploitation - Habitat). Ainsi comme l'a écrit si judicieusement Aug. CHEVALIER, dans son récent ouvrage « Révolution et Agriculture » (2) : « En agriculture surtout il faut penser et agir scientifiquement pour continuer à vivre économiquement et politiquement ».

(1) Sur les 1.330 abattoirs publics existant en France, 86 seulement sont pourvus de frigorifiques ! (9).

(2) Presses universitaires de France. Paris 1946, p. 322.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages à consulter pour le Chapitre IX :

1. — DAUZAT. — *Le village et le paysan de France*. — GALLIMARD, Edit. Paris 1941.
2. — DEMANGEON. — *L'habitat rural*. — Annales de géographie (1920 et 1927).
3. — DROUINEAU. — *Hygiène rurale*. — Encyclopédie d'Hygiène de RICHARD. — Tome IV.
4. — DR. FAES, DR. STAEBELIN et Ph. AUBERT. — *Recherches sur la conservation des pommes et des poires*. — Voir paragr. : conservation en cave, en plein air et en frigorifique. — Annuaire Agric. de la Suisse, 3^{me} fasc. 1942.
5. — GEORGE. — *La région du Bas-Rhône* (auteur déjà cité). — 3^{me} partie : Les phénomènes de la population. Consulter également dans cet ouvrage la partie de la bibliographie qui a trait à la géographie économique et humaine ; du N° 274 au N° 447 (le peuplement).
6. — GORRICHON. — *L'équipement rural en Vaucluse*. — Thèse 1940. — MISTRAL, Edit., Cavaillon (ouvrage déjà cité).
7. — REGNARD et PORTIER. — *Hygiène de la ferme*. — Encyclopédie agricole. — BAILLÈRE, Edit., Paris.
8. — ROCHAIX et TAPERNOUX. — *Hygiène des milieux ruraux*. — Chapitre IV et V. — VIGOT Frères, Edit., Paris 1943.
9. — THEVENOT. — *Le froid en Agriculture*. — Le Génie Rural, revue N° 2, 1946.
10. — VERLOT. — *L'équipement frigorifique rural de la France d'après-guerre*, Paris 1944. C.O. des exploitations frigorifiques.
11. — VIGNEROT. — *La maison et l'aménagement rural*. — Bull. de l'Organisation d'Hygiène de la Sté des Nations. — Volume VIII, p. 93.
12. — WALBAUM. — *L'ensilage à froid avec addition d'acide*. — Publication du Syndicat Professionnel de l'Industrie des engrais azotés, Paris 1941, 16, rue de la Baume.
13. — Consulter les rapports généraux des journées de « l'Habitat Rural » (13-17 juin 1944 à Paris) publiés par la Société des Agriculteurs de France.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cet exposé représente un essai d'Agronomie méditerranéenne dans le cadre du paysage rural de la région du Bas-Rhône. Il pourrait devenir un des chaînons d'une étude plus vaste d'Agronomie comparée de la France, étude qui serait entreprise suivant les principes énoncés il y a cinquante ans par RISLER mais adaptée aux connaissances modernes dont a bénéficié l'Agrologie (1).

D'autre part, cette monographie nous a permis d'indiquer les moyens d'aménager et d'équiper une exploitation agricole méridionale en suivant les directives qui se dégagent des facteurs scientifiques de base réglant la distribution et l'évolution des cultures, directives qui sont pour la zone méditerranéenne, très particulières et très différentes de celles qui guident les agriculteurs des autres régions de France, par exemple : pays de grandes cultures de l'Île de France et de Picardie ou pays bocagers de Normandie, de Bretagne, de Vendée.

Savoir *aménager* son domaine ne constitue, il est vrai, qu'un premier bagage de connaissances, mais c'est le plus important car il est spécifique à chaque « pays » et il évite à l'Agriculteur de faire un faux départ. Cependant d'autres notions lui sont encore nécessaires ; elles sont plus générales et on les trouvera vulgarisées dans de nombreux manuels. Ce sont celles qui ont trait à tous les soins *d'entretien*, soins d'entretien du cheptel vif et mort, des cultures, des produits récoltés et transformés à la ferme. Ce sont enfin des notions sur les règlements en vigueur, sur le fonctionnement des associations agricoles, sur certaines transactions commerciales concernant les achats et les ventes, etc.

En possession de toutes ces connaissances, l'Agriculteur a-t-il achevé son éducation de terrien ?

Savoir, c'est-à-dire pouvoir produire suivant les enseignements de la technique, c'est certes un point capital, mais il faut encore *agir* en sachant commander.

On comprend alors quelle erreur la bourgeoisie française du

(1) Cette documentation sur la situation de la fertilité, de la stabilité des sols et de leur vocation culturelle réelle, qui se reflète dans l'état social rural est un des premiers buts à atteindre par « l'Organisation Mondiale de l'Alimentation et de l'Agriculture » — O.A.A. — [Voir le compte rendu de la conférence de Québec : P. CHOUARD, c.r. acad. Agric. 19 déc. 1945].

début du vingtième siècle a commise en destinant à l'Agriculture un fils moins bien doué que les autres et se trouvant sans carrière ! Ignorant tout de la terre, c'était lui préparer des échecs certains. Ne devient pas agriculteur qui veut et l'improvisation dans ce domaine peut avoir des répercussions catastrophiques.

En réalité le métier rural, et on vient de le voir d'après ce qui précède, est fait de valeurs morales, d'équilibre et de stabilité ; il exige des qualités physiques et intellectuelles ; on doit avoir un véritable sens du sol ainsi que celui du commerce ; il faut, enfin, posséder le don du maniement des hommes, des bêtes et des choses. On devient ainsi un véritable « chef de terre » toujours présent où il faut, sachant commander par l'exemple, sachant aussi récompenser et parfois secourir.

Le vieil adage « tant vaut le maître, tant vaut le bien » est une règle infaillible et la marque du bon fermier s'imprime pour longtemps dans les destinées du domaine. Il n'y a pas, en effet, d'œuvre où l'empreinte de l'homme se montre plus indélébile et lui survive même.

Œuvre immense et pérenne, faite de patience, de résignation et de persévérance.

Patience, parce que rien n'est acquis aux champs et que semer ne veut pas dire récolter ; résignation devant la moisson hâchée par la grêle ou la vigne envahie par la maladie ; persévérance enfin, car, devant ces désastres, le paysan ne désespère jamais et il songe déjà à recommencer avec la même ardeur au travail, tant il est attaché à son humble terre, cette terre de France qui, malgré tout, récompense de ses fruits ceux qui se consacrent à elle.



APPENDICES

I. -- STATISTIQUE

II. -- LEXIQUE

STATISTIQUE 1938 (en hectares)

	Ardèche	Bouches du Rhône	Drôme	Gard	Vaucluse	Production nationale
Terres labourables (grandes cultures)	91.000 Ha	85.000 Ha	191.000 Ha	76.000 Ha	96.000 Ha	20.196.243 Ha
Prairies	108.200 Ha	86.200 Ha	69.000 Ha	63.000 Ha	27.500 Ha	11.776.277 Ha
Cultures maraîchères	2.500 Ha	12.000 Ha	1.880 Ha	4.430 Ha	5.060 Ha	437.454 Ha
Cultures fruitières	7.760 Ha	8.120 Ha	2.000 Ha	5.200 Ha	6.380 Ha	143.040 Ha
Vignes	22.000 Ha	37.440 Ha	16.670 Ha	89.900 Ha	45.850 Ha	1.605.175 Ha
Blé	14.800 Ha	17.500 Ha	55.250 Ha	12.130 Ha	21.130 Ha	5.050.199 Ha
Seigle	19.650 Ha	0 Ha	4.450 Ha	650 Ha	340 Ha	631.096 Ha
Avoine	7.300 Ha	9.700 Ha	20.900 Ha	12.650 Ha	8.250 Ha	3.245.257 Ha
Orge	2.420 Ha	5.580 Ha	4.800 Ha	6.700 Ha	6.300 Ha	759.223 Ha
Maïs	250 Ha	0 Ha	1.530 Ha	160 Ha	190 Ha	340.290 Ha
Sorgho	0 Ha	0 Ha	85 Ha	0 Ha	2.750 Ha	9.212 Ha
Pomme de terre primeur	2.460 Ha	2.870 Ha	990 Ha	1.700 Ha	4.020 Ha	113.235 Ha
Pomme de terre	15.730 Ha	5.180 Ha	17.110 Ha	3.050 Ha	3.860 Ha	1.314.800 Ha
Betterave à sucre	95 Ha	25 Ha	4.800 Ha	140 Ha	1.160 Ha	319.416 Ha

LEXIQUE

A

Adret, versant exposé au sud d'une colline ou d'une montagne, en Provence et dans le Dauphiné.

Aérobie, (microbe) vivant au contact de l'air.

Albien, état géologique de l'Eocrétacé (période secondaire).

Alios, synonyme d'orstein — couches à concrétions silicatées et ferrugineuses se formant dans l'horizon d'accumulation (illuvial) des sols podzoliques*, appelé « alios » dans le Poitou et « Grep » dans la région de Toulouse.

Anaérobie, (microbe) vivant à l'abri de l'air.

Aquitanién, étage géologique du Miocène inférieur (période tertiaire).

Antenais, jeunes animaux d'un an n'ayant pas encore atteint l'époque de sortie de leurs premières dents mitoyennes.

Anticlinal, plis relevés en forme de selle, plongeant dans deux directions opposées.

Artésien, (puits) d'où l'eau remonte vers le niveau du sol ; elle est parfois jaillissante (principe des vases communicants en rapport avec des couches géologiques imperméables profondes). Les premiers puits ont été forés dans l'Artois d'où leurs noms.

Astien, étage géologique du Pliocène* (fin de la période tertiaire).

Aven, forme avancée d'usure du calcaire par les eaux chargées de gaz carbonique (approfondissement de dollines*). C'est un gouffre mettant en rapport la surface des zones calcaires avec les cavités internes ; appelé aussi embut, béttoire, pot, goule, scialet et ponor suivant les pays.

Azonaux, voir sols azonaux.

B

Bathyale, (origine) provenant des grands fonds marins, éloignés des continents — à opposer à **néritique*** (origine) provenant de la bordure récifale territoriale. C'est là que prennent naissance des roches tendres : argiles, marnes, calcaire marneux.

Bauxite, minéral d'aluminium (hydrate d'alumine et de fer). On le trouve dans la région des Baux (d'où son nom), dans le Var, dans l'Hérault.

C

Canyon, forme d'usure du relief généralement calcaire par les rivières, créant des gorges escarpées et profondes. Le plus célèbre est le canyon du Colorado en Amérique. En France les gorges du Tarn forment un long canyon creusé dans les causses, etc...

Cénomanién, étage géologique du Crétacé (ère secondaire) .

Climax, état terminal d'équilibre d'une association végétale dans des conditions extérieures et de « milieu » bien déterminées (sol, climat, exposition).

Colloïdes, état physique (suspension extrêmement fine) dans lequel peuvent se mettre certains corps, ce qui leur confère certaines propriétés spéciales — le lait, la gélatine sont des colloïdes.

Colluviale, les alluvions colluviales sont celles qui ont subi simplement

un transport local sur une courte distance.

Cône de déjection, zone en aval où s'étale, généralement en éventail, les alluvions caillouteuses des torrents.

Conglomérats, voir poudingue.

Continental, (climat) est celui de l'Est de la France, se rattachant au climat de l'Europe centrale éloignée de toute influence maritime.

Convection (phénomènes de), phénomènes d'ordre physique qui se produisent lorsqu'un corps solide chaud est plongé dans un liquide ou un gaz. Il se forme dans le fluide autour du corps chaud, des courants dits de convection.

Cordon littoral, bande de terre de formation maritime et fluviale dans les lagunes et les deltas.

D

Décalcification, phénomène de dégradation chimique des roches. Dissolution lente et continue du carbonate de chaux par l'action de l'eau de pluie chargée de gaz carbonique.

Détritiques (éléments), se dit en géologie de tous les matériaux résiduels provenant de la désagrégation des différentes roches (sables, graviers, alluvions à cailloux roulés, arènes granitiques, etc.).

Diastase, principe actif (ferment soluble) secrété par des levures, des microbes (fumier, vin, lait, etc.) et

qui provoque la transformation des différents produits organiques naturels.

Diluvium, Roche-Mère argileuse, rouge, formée par décalcification*, kaolinisation* et ferrugination*, dans les alluvions fluviales à cailloux roulés. Engendre un sol rouge des terrasses.

Dispersé (état), se dit des colloïdes à l'état de suspension.

Doline, forme d'usure superficielle des roches calcaires en forme d'entonnoir.

E

Edaphique (condition), terme employé par les géobotanistes* pour désigner les conditions relatives au facteur sol.

Ennoyage, terme géologique pour indiquer une zone effondrée et recouverte de sédiments géologiques postérieurs.

Eocène, époque la plus ancienne de l'ère géologique tertiaire.

Eolien (enne), formations éoliennes, formations dues à l'action des vents (Eole : dieu des vents).

Exothermique, se dit des réactions chimiques ou microbiennes dégageant de la chaleur ; à opposer à **endothermique** (réactions absorbant de la chaleur).

F

Faille, cassure du sol intéressant souvent plusieurs couches géologiques différentes.

Ferretto, roche-mère argileuse, rouge, formée par décalcification*, kaolinisation* et ferrugination* dans les alluvions glaciaires ; analogue

au diluvium des alluvions fluviales à cailloux roulés.

Ferrugination, phénomène de libération et de migration du fer dans les roches-mères et les sols. Ce phénomène produit de la rubéfaction (voir ce mot).

G

Géobotanique, géographie des plantes.

Géologie, science qui a pour but la connaissance de la structure de l'écorce terrestre et l'histoire de la terre.

Géosynclinal, large plis concave où s'accumulent divers sédiments marins.

Gneiss, roche composée de quartz, de

feldspath et de mica, comme le granit, mais de structure schisteuse (roche cristallophyllienne).

Granite, roche éruptive composée de quartz, de feldspath et de mica. Il existe de nombreuses variétés de granites.

Grès, roche sédimentaire constituée de sable, le plus souvent siliceux, aggloméré.

H

Helvétien (vindobonien inférieur), étage géologique du Miocène (époque tertiaire).

Hercynien, nom donné par BERTRAND à une chaîne de montagne très ancienne (époque carbonifère) et qui s'étendait, en France, en forme de V, de la Bretagne à la Montagne Noire, des Cévennes aux Vosges. Appelée aussi chaîne Variscique par Suess et

dont il reste aujourd'hui de très nombreux terrains.

Holartique (flore), flore du Nord et de l'Ouest de la France (zone tempérée humide).

Horizon, nom donné aux différentes couches d'un profil pédologique*.

Hydrolyse, dédoublement de la molécule de certains corps dû à l'action de l'eau.

I

Infracrétacé, division géologique du Crétacé (étage de la Craie) de la fin de l'époque secondaire.

Illuvial (horizon), couche d'accumulation dans les sols lessivés (voir Podzol).

K

Kaolinisation, phénomène physico-chimique donnant naissance au dépens de silicates alumineux, à une argile (silicate d'alumine hydratée) — le type pur est le kaolin d'où le nom de kaolinisation.

Karstique (phénomène), ce sont tous les phénomènes d'altération du calcaire. Ainsi appelés car ils sont très développés dans la région du karst du Triestin et de Dalmatie.

L

Latérite, roche qui se forme dans les pays tropicaux au dépens des silicates alumineux, mais la kaolinisation* est ici plus poussée ; l'hydrolyse* aboutit à une élimination de silice et d'alumine, ce que l'on n'observe pas dans le cas de l'altération argileuse, dans les régions tempérées.

Lapiaz, attaques superficielles des surfaces calcaires (phénomènes karstiques) formant des canelures et des rigoles creusées dans la roche.

Lehm, partie supérieure lessivée du loëss*, constitue généralement un sol rouge.

Loëss, Roche-Mère d'origine éolienne* (époque glaciaire) formant des dépôts à éléments très fins, de grande uniformité et sans stratification. Souvent riche en carbonate de chaux formant parfois des concrétions (poupée de loëss).

Lithochrome (sol), sol coloré, de la même couleur que sa roche-mère.

M

Manade, troupeaux de taureaux en Camargue.

Méthane ou gaz des marais, prend naissance dans la décomposition des matières organiques ; au point de vue chimique le méthane est le premier terme, $C H_4$, de la série des hydrocarbures saturés.

Miocène, époque de l'ère géologique tertiaire.

Mollasse, Roche-Mère formée à l'époque miocène* constituée de grès calcaires plus ou moins friables, de calcaires, de marnes. La plus répandue est la mollasse sableuse (grès).

Moraine, éléments détritiques*, galets, graviers charriés par les glaciers anciens et modernes.

Morphologique qui a trait à l'étude des formes.

N

Néritique (formation), qui a pris naissance dans la zone récifale et continentale des Océans (calcaires

durs) à opposer à bathyale — voir ce mot.

O

Oligocène, époque de l'ère géologique tertiaire.

Orogénique, qui a trait au relief et à sa formation.

P

Paléontologie, science qui étudie les différents fossiles, animaux et végétaux.

Paléo-sol, sol fossile.

Pédalfer, sol ayant perdu par lessivage la chaux et les autres bases solubles (nomenclature américaine).

Pédocal, sol très peu lessivé et qui a des concrétions de chaux et autres substances solubles (nomenclature américaine).

Pédoclimat, climat du sol.

Pédologie, partie de la science du sol qui étudie sa genèse, sa structure, sa composition et ses propriétés.

Pénéplaine, surface plane, arasée, formant plateau, où se trouvant actuellement en basse altitude.

Phréatique, nappe d'eau souterraine alimentant les puits, donc peu profonde.

Phytoclimat, climat des plantes.

Phytogénique, sol formé uniquement par les plantes (humus alpins).

Phytogéographie, géographie des plantes.

Phytosociologie, étude des associations végétales.

Piezométrie (niveau), nappe d'eau souterraine en légère pression.

Plaisancien, étage de l'époque pliocène* de l'ère géologique tertiaire.

Plasmolyse, équilibre osmotique des cellules.

Pliocène, dernière époque de l'ère géologique tertiaire.

Podzol, type du sol climatique des régions tempérées, humides, caractérisé par un horizon A lessivé (éluvial*) et un horizon B d'accumulation (illuvial*).

Poljé, petite dépression fermée, sans hydrographie au milieu de collines ou montagnes calcaires.

Pontien, dernier étage de l'époque miocène* de l'ère géologique tertiaire.

Poudingue (ou conglomérat), cimentation par un liant silico-calcaire des alluvions à cailloux roulés des terrasses fluviales.

Protéolyse, dissolution des albuminoïdes par l'action de certains microbes.

Protoplasme, substance complexe, plus ou moins fluide et transparente qui constitue le corps de la cellule vivante.

Précambrien, 1^{re} époque de l'ère géologique primaire.

R

Rendzine ou rendzina, sol humifère et calcaire comprenant un horizon A0 (couche végétale), un horizon A à fragments rocheux, reposant directement sur la roche-mère (éboulis calcaires); très répandu sur les pentes des collines calcaires de la France.

Roche-Mère, roche originelle pouvant être constituée par toutes les

roches et sédiments géologiques même meubles, et donnant, avec le temps, naissance à un sol, sous l'action de certains facteurs (climat, relief, végétation) et suivant différents processus chimiques, physiques et biologiques.

Rubéfaction, coloration en rouge par des sels de fer. Voir ferrugination.

S

Sansouïres, on appelle ainsi, en Camargue, les tâches stériles du « salant ».

Schiste, roche (métamorphique) feuilletée, se divisant en lames — la plus connue est l'ardoise.

Solonetz, sols salins structuraux (structure grenue ou alvéolaire).

Solontchak, sols salins sans structure (ceux de Camargue).

Sols zonaux (ou ecto-dynamomorphes), sols correspondant à des zones climatiques ; sols où le climat joue un rôle primordial dans leur genèse (podzol* — toundras — tschernozem* — latérite* — sol à carapace) ; ces sols sont arrivés en état d'équilibre avec le climat et la végétation (sols mûrs).

Sols azonaux (ou endodynamomorphes), sols encore incomplètement formés et encore en rapport avec leur Roche-Mère dont ils ont sensiblement la même nature.

Sols intrazonaux, sols ayant subi l'influence prépondérante de certains facteurs locaux (sols salins par exemple).

Spéléologie, étude des formations naturelles du sol (grottes, cavernes, avens, gouffres, rivières souterraines, etc...).

Stratigraphie, partie de la géologie qui étudie les différentes couches de terrains.

Synclinal, se dit en géologie des plis en forme de cuvette formant une vallée ; à opposer à anticlinal. Voir ce mot.

T

Tectonique, partie de la géologie qui étudie les dislocations de l'écorce terrestre (formation du relief).

Thalweg, nom allemand désignant la ligne de plus grande pente d'une vallée ou dépression, celle que suivront les eaux.

Tschernozem, sols des régions stepiques ; la pluviosité compensant l'évaporation, ces sols sont en équilibre. Ils sont caractérisés par un maximum d'humus saturé par les bases.

U

Ubac, versant nord des collines et montagnes de Provence et du Dauphiné, à opposer à adret. Voir ce mot.

Urgonien, étage de l'époque du crétacé, de l'ère géologique secondaire.

V

Variolite, roche basique éruptive, de couleur verdâtre, d'origine alpine et charriée par la Durance.

Varisque, nom donné par le géolo-

gue Suess à la chaîne hercynienne (voir ce mot).

Vraconien, étage géologique du crétacé supérieur (ère secondaire).

W

Würmien, Würm est le nom donné à la 4^{me} glaciation alpestre du pleistocène (ère quaternaire), la

première étant le **Günz**, la 2^{me}, le **Mindel**, la 3^{me}, le **Riss**.

X

Xérophyle (plante), nom donné aux plantes des régions méditerranéennes et 1/2 désertiques résis-

tant à la longue sécheresse estivale.

Z

Zonalité, voir : sols zonaux.

Zonaux, voir : sols zonaux.



TABLE DES MATIÈRES

Préface.....	pages 9
Avant-propos.....	11

PREMIERE PARTIE

Les facteurs de base réglant la distribution et l'évolution des cultures (Région du Bas-Rhône).

CHAPITRE	I. — <i>Le facteur géographique.....</i>	17
CHAPITRE	II. — <i>Le facteur climatique</i>	35
CHAPITRE	III. — <i>Le facteur botanique</i>	47
CHAPITRE	IV. — <i>Le facteur morphologique</i>	61
CHAPITRE	V. — <i>Le facteur hydrologique</i>	69
CHAPITRE	VI. — <i>Le facteur agrologique</i>	83

DEUXIEME PARTIE

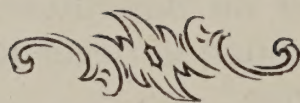
Les principes directeurs de l'aménagement rationnel d'un domaine agricole méridional.

CHAPITRE	I. — <i>La connaissance d'un domaine</i>	135
CHAPITRE	II. — <i>La conservation du sol</i>	147
CHAPITRE	III. — <i>L'aménagement agricole des eaux</i>	161
CHAPITRE	IV. — <i>L'aménagement de la couche arable.....</i>	173
CHAPITRE	V. — <i>Les problèmes de l'humus dans les sols méridionaux</i>	181
CHAPITRE	VI. — <i>La protection climatique des cultures.....</i>	191
CHAPITRE	VII. — <i>Les vocations culturales et le choix des variétés</i>	199
CHAPITRE	VIII. — <i>Le plan d'assolement, les amendements et la fertilisation de base</i>	239
CHAPITRE	IX. — <i>L'aménagement de la ferme et du logement des animaux</i>	259
CONCLUSION.....		273
APPENDICES :		
	Statistique	277
	Lexique	279

TABLE DES CARTES, PHOTOGRAPHIES SCHEMAS ET TABLEAUX

	pages
Le Rhône à Avignon (photo)	21
La Durance dans la région de Lauris (photo)	22
La région du Bas-Rhône (carte schématique) 24,	25
Indice d'aridité et crus viticoles (carte)	41
Type de garrigue à Fontvieille (photo)	52
Paysage des collines rhodaniennes (photo)	53
Relation entre la flore et les profils pédologique et hydrique de la Camargue (schéma) 56,	57
Le Massif des Baux (photo)	64
Les sansouïres en Camargue (photo)	65
Type de sol : Podzol (schéma)	87
Type de sol à carapace calcaire (schéma)	89
Type de sol : Tchernozem (schéma)	90
Type de sol rouge méditerranéen (photo)	92
Une lavanderaie dans les monts de Vaucluse (photo)	93
Les phénomènes du calcaire (schéma)	96
Le plateau de St-Christol (carte schématique)	99
Le pH. des sols décalcifiés du Bas-Rhône (tableau)	102
Atlas de géographie agronomique (légende)	107
Drôme. — Carte climatique	108
Drôme. — Carte des roches-mères	109
Drôme. — Carte des sols	110
Drôme. — Carte botanique	111
Drôme. — Carte agronomique	112
Ardèche. — Carte climatique	113
Ardèche. — Carte des roches-mères	114
Ardèche. — Carte des sols	115
Ardèche. — Carte botanique	116
Ardèche. — Carte agronomique	117
Gard. — Carte climatique	118
Gard. — Carte des roches-mères	119
Gard. — Carte des sols	120
Gard. — Carte botanique	121
Gard. — Carte agronomique	122

Vaucluse. — Carte climatique	123
Vaucluse. — Carte des roches-mères	124
Vaucluse. — Carte des sols	125
Vaucluse. — Carte botanique	126
Vaucluse. — Carte agronomique	127
Bouches-du-Rhône. — Carte climatique	128
Bouches-du-Rhône. — Carte des roches-mères	129
Bouches-du-Rhône. — Carte des sols	130
Bouches-du-Rhône. — Carte botanique	131
Bouches-du-Rhône. — Carte agronomique	132
L'effet de l'érosion sur la mollasse (photo)	154
Paysage de la vallée du Rhône (photo)	155
Les vignobles de sable en Camargue (photo)	206
Châteauneuf-du-Pape et son vignoble (photo)	207
Porte-greffes de la vigne (tableau)	210
Berceaux d'origine d'adaptation de l'abricotier, du cerisier et du pêcher dans le Bas-Rhône (carte)	216, 217
Crus viticoles du Bas-Rhône (tableaux)	220, 221, 222
Porte-greffes des arbres fruitiers (tableau)	226, 227
Culture maraichère méridionale (photo)	230
La distillation de la lavande à la ferme (photo)	231



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES SOLS MÉDITERRANÉENS

LE SOL BRUN DES MAURES (VAR)

PAR

J. BORDAS

INGÉNIEUR AGRONOME,
DIRECTEUR DE LA STATION DE RECHERCHES AGRONOMIQUES D'AVIGNON

ET

C. GOUVERNET

PROFESSEUR AGRÉGÉ A TOULON

(Extrait des ANNALES AGRONOMIQUES, livraison du 1^{er} trimestre 1947.)

PARIS



92, RUE BONAPARTE (VI^e)

1947

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES SOLS MÉDITERRANÉENS

LE SOL BRUN DES MAURES (VAR)

PAR

J. BORDAS

et

C. GOUVERNET

Ingénieur Agronome,

Professeur Agrégé

Directeur de la Station de

à Toulon.

Recherches Agronomiques d'Avignon.

PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Introduction et lieux d'observation.
- II. — Roches du substratum et roches-mères :
 - a) les roches métamorphiques.
 - b) les roches-mères (les arènes).
- III. — Le sol brun des Maures :
 - a) La végétation.
 - b) Examen du profil du sol brun.
 - c) Sols remaniés, profils tronqués.
- IV. — Conclusions.

I. — INTRODUCTION ET LIEUX D'OBSERVATION

Au cours de visites de très nombreuses propriétés viticoles de la bordure méridionale des Maures, depuis Hyères jusqu'à la baie de Saint-Tropez, ainsi qu'à l'île de Porquerolles, nous avons eu l'occasion de relever de nombreux profils caractéristiques d'un sol brun, en place, à deux horizons, d'étudier sa genèse à partir des différentes roches métamorphiques du substratum, et de voir également l'évolution de ce sol et son remaniement par l'érosion et les travaux cultureux.

Nos observations se cantonnent à la bordure méridionale des Maures, limitée au nord par la faille de la Môle, allant de la vallée du Gapeau (Hyères) à la baie de Saint-Tropez, où elle rejoint la faille de Collobrières ; la Méditerranée forme la limite méridionale de la région prospectée ; d'ouest en est, nous passons successivement des communes d'Hyères, à celles de la Londe-les-Maures, de Bormes-les-Mimosas, de la Môle, de Cavalaire, de la Croix-Valmer, de Gassin, de Ramatuelle et de Saint-Tropez.

II. — ROCHES DU SUBSTRATUM ET ROCHES-MERES

Les roches du substratum appartiennent, pour la plupart, aux séries métamorphiques de la partie méridionale du Massif cristallin des Maures. Ce sont des roches silicatées qui donnent partout un faciès d'altération argilo-gréseux à nombreuses paillettes phylliteuses (mica, séricite) plus ou moins profondément altérées.

On a ainsi formation d'une *arène*, appelée « alloïs » dans le pays ; elle constitue une véritable roche-mère qui engendrera le sol brun que nous décrirons tout à l'heure.

Toutes ces roches métamorphiques, très différentes par leur structure, ainsi que nous allons le voir, ont une composition chimique à peu près identique, d'où la formation d'une arène assez semblable partout. Toutefois, signalons que les « gneiss de Saint-Tropez » et les « gneiss de Bormes » chez lesquels le métamorphisme est caractérisé par un apport assez important de substances alcalines d'origine fumérolienne, ont une composition un peu différente se traduisant en surface par une arène plus argileuse.

Parmi les roches sédimentaires, décrites sur l'ensemble du secteur exploré, on peut citer deux types de formations provenant exclusivement de la dégradation des roches cristallo-phylliennes et dont les caractères chimiques et physiques les rapprochent considérablement des faciès d'altération sur roches métamorphiques en place (arènes), ce sont :

1^o Les grès et argiles du Permien, qui sont en quelque sorte des paléo-sols ; ils se sont formés à cette lointaine époque et il ne nous en reste que l'horizon rouge inférieur argilo-gréseux. Parfois les remaniements sont encore plus profonds ; c'est ainsi que sur toute la bordure nord de la vallée Permienne, depuis la sortie de Toulon jusqu'aux Arcs, ces couches permienues sont imprégnées de calcaire provenant de la décalcification des masses triasiques, jurassiques et crétaciques, qui les surplombent.

Ces formations permienues, fort peu abondantes, dans la zone que nous avons prospectée, ne sont pas calcaires ; elles affleurent au fond des dépressions du Viet, des Borres, de l'Appié, de Mauvannes et Le Galoupet, près d'Hyères.

2^o Les éboulis des pentes et des fonds de ravins formés par les éléments arrachés au relief des Maures, ont une même composition et une même texture que les arènes provenant des faciès d'altération des roches métamorphiques des secteurs exposés à un ruissellement intense (éléments grossiers phylliteux et quartzeux abondants, emballés dans un sable quartzo-micacé à grains irrégulièrement calibrés).

a) Les roches métamorphiques :

En suivant l'itinéraire les Salins-d'Hyères, La Londe, Bormes, Cavalaire, La Croix-Valmer, Gassin, Cogolin, Saint-Tropez, on observe une série complète de terrains métamorphiques constitués par :

Les Phyllades (La Londe, Le Brégançon, Porquerolles) sous lesquelles s'enfouissent périclinalement les gneiss et les micaschistes de la partie axiale des Maures.

Les micaschistes supérieurs (Col de Gratteloup, Montgastre, La Verrerie, Cap Bénat).

Les « gneiss de Bormes ».

Les micaschistes à minéraux (Cap Nègre, Cavalaire, Cogolin).

Le gneiss à micaschiste amphibolique (La Croix, Gassin).

Les « gneiss de Saint-Tropez » (Ramatuelle, Saint-Tropez) avec intrusions granulitiques et pegmatiques du Cap Camarat, du Cap Lardier et de Cavalaire.

Ces terrains métamorphiques dessinent un vaste brachy-anticlinal, dont le développement vers le nord est interrompu par l'importante faille de décrochement de la Molle et où nous limiterons notre prospection.

Dans ce brachy-anticlinal, les phyllades, rejetées vers l'ouest, occupent la partie supérieure à métamorphisme incomplet de la série cristallophyllienne ; les « gneiss de Saint-Tropez » au contraire, situés dans la charnière anticlinale, occupent dans cette série, la partie profonde à métamorphisme très évolué.

Dans les faciès profonds en voie de transformation métamorphique, les apports pneumatolitiques minéralisateurs abandonnent des masses assez importantes de sels alcalins provoquant ainsi la formation de feldspaths et de minéraux divers.

Dans les couches moyennes et superficielles, la feldspathisation et la minéralisation s'arrêtent rapidement (intercalation de gneiss dans les micaschistes à minéraux, « gneiss de Bormes »). Les vapeurs minéralisantes résiduelles du métamorphisme général, riches en silice, marquent leur passage par de nombreux filonnets de quartz, qui lardent les micaschistes et les phyllades. Ces quartzites inaltérables passent dans les arènes et augmentent leur perméabilité.

b) Les roches-mères (les arènes) :

Les phyllades sont des schistes sériciteux, traversés par des filonnets de quartz et dans lesquels s'intercalent de nombreux bancs de quartzite. Par altération superficielle, elles donnent une arène (roche-mère), qui est argileuse (feldspathisation) et où abondent les plaques phylliteuses aux dimensions très inégales et les blocs de quartzite à bords anguleux.

Les micaschistes supérieurs, sont riches en paillettes de mica disposées en lits épais ; ils subissent une altération superficielle très active, qui aboutit à la formation d'une arène (roche-mère) quartzreuse et micacée, à éléments fins, dans laquelle les blocs phylliteux et quartzeux sont peu nombreux. Cette arène s'approfondit sans cesse sous l'action des eaux profondes.

Les micaschistes minéraux, sont caractérisés par la fréquence des bancs de gneiss avec de nombreux et très minces lits de mica. Leur dégradation a pour résultat la formation d'une arène grossière quartzo-micacée à plaquettes phylliteuses irrégulières, à gros blocs quartzeux et à petits lits argileux.

Les « gneiss de Bormes » sont durs et homogènes ; ils subissent lentement l'action des agents atmosphériques. Par altération superficielle, ils donnent une arène argileuse peu puissante qui adhère fortement aux roches sous-jacentes. Sur les pentes et au creux des vallées,

les blocs éboulés s'accumulent dans des cônes d'éboulis sur lesquels on édifie des terrasses portant des cultures arbustives (mimosa, vigne) et des cultures florales.

Les « gneiss de Saint-Tropez » sont des roches cristallines à gros éléments de feldspath et de quartz. Très sensibles à l'action des agents atmosphériques, ces gneiss se transforment superficiellement en une roche « pourrie » qui, soumise à l'action des eaux de ruissellement, se désagrège en formant une arène puissante, riche en quartz et en mica. Le feldspath, très facilement décomposé (kaolinisation) par les agents chimiques de l'atmosphère, fournit de l'argile souvent entraînée par les eaux de surface vers les bas-fonds. L'arène est alors composée d'un sable grossier quartzo-micacé, pauvre en argile, mais la désagrégation continue du substratum, gneiss sous-jacent, arrive à former de nouveau l'arène primitive, qui s'approfondit ainsi sans arrêt.

Les gneiss rubannés amphiboliques sont pauvres en quartz. L'amphibole est incluse dans des lits très denses, de couleur sombre, séparés par des lits de feldspath calco-sodique. Cette roche, disposée en bancs peu puissants, mais compacts est difficilement attaquée par les agents d'érosion. En nul endroit, elle ne se désorganise en roche pourrie peu compacte. Seule, la dissociation mécanique des petits bancs joue un rôle important dans la formation des faciès d'altération qui sont, en général, des arènes argileuses dans lesquelles on observe quelques grains de quartz finement calibrés et des plaques phylliteuses à angles toujours vifs.

Les granulites et les granulites pegmatoïdes : Dans les micaschistes à minéraux de Cavalaire et dans les « gneiss de Saint-Tropez » apparaissent de puissantes masses injectées de granulite prenant en certains points une nette structure pegmatoïde. Partout, où affleurent ces roches, on observe une arène argileuse compacte et très puissante. Sur les pegmatites, en particulier, se forme une argile blanche (kaolin) distribuée en croûte puissante sur un sous-sol en voie constante de désagrégation (Cavalaire).

III. — LE SOL BRUN DES MAURES

Tous les profils de sols bruns à deux horizons, issus de ces arènes, et examinés par nous, ont été relevés, *sous couverture forestière*, à l'orée de la forêt des Maures, notamment, dans les domaines des Anglades, du Galoupet, de la source Sainte-Marguerite, du Jas, à la Londe-les-Maures, au domaine de Minuty à Gassin et enfin à l'île de Porquerolles.

a) La végétation :

La forêt de chêne vert, étudiée par Molinier et Braun-Blanquet, à Porquerolles, fait partie, d'après ces auteurs ⁽¹⁾ pour les Maures et les îles d'Hyères, de la sous-association du Quercetum ilicis gallo-provincilis : le quercetum ilicis suberetosum qu'individualisent avec

(¹) J. BRAUN-BLANQUET et R. MOLINIER. — Une excursion phytosociologique à l'île de Porquerolles. Bull. *Le Chêne*, n° 40, 3^e et 4^e trim. 1935.

le chêne-liège, *genista linifolia*, *G. candicans*, *cytissus triflorus* et *crepis leontodontoides* ⁽¹⁾.

Toutefois, d'après Molinier ⁽¹⁾, le chêne-liège, tout comme le pin d'Alep paraissent avoir été répandus par l'homme dans un but utilitaire.

« En tout cas, aux îles d'Hyères, relativement peu soumises au cours des âges aux dégradations humaines, le chêne-liège est rare et ne s'étend pas, tandis que les Maures, beaucoup plus soumises aux mêmes dégradations sont encore en grande partie couvertes de forêts de chêne-liège plus ou moins clairsemées. Il apparaît ici clairement que les chênes-lièges ne doivent leur abondance dans les Maures qu'à leur extension par l'Homme, car il n'est pas vraisemblable qu'ils aient dans les Maures une force d'extension naturelle qu'ils n'auraient pas aux îles d'Hyères. »

Notons également la rareté du chêne kermès (*Quercus coccifera*), si constant dans les stades de dégradation de la forêt d'Yeuse, en Provence calcaire.

Tous les profils examinés ont été relevés dans la bordure de la forêt déjà dégradée; nous avons affaire non pas au maquis bas à *Myrtus communis* et à la *Lavandula stœchas*, mais le plus souvent au maquis élevé à *arbutus unedo* et *erica arborea*. Sous cette forme le maquis reste impénétrable étant donné la densité énorme des strates supérieures. Le sol est donc bien protégé.

b) Examen du profil du sol brun :

L'examen du profil de ce sol brun en place se présente à peu près partout de la façon suivante (sous couverture forestière) :

Horizons ...	A ^o	De 3 à 4 cm assez humifère, spongieux.
	A	Sol brun de 25 à 30 cm, structure peu compacte.
	B	Horizon illuvial ferrugineux plus argileux et rubéfié, de 30 à 40 cm (voir l'analyse).
Roche-Mère .	C	Arènes (allois) des phyllades à La Londe-les-Maures et Porquerolles, et des « gneiss de Saint-Tropez » près de Gassin.

Au laboratoire nous avons eu les résultats analytiques suivants :

		Horizons :	
		A	B
Colloïdes argileux	p. cent	8,5	19,5
Limon	—	18,0	17,0
Sable fin	—	53,0	47,6
Sable grossier	—	22,1	15,3
Calcaire total	—	0	0
Matières organiques	—	0,2	0,008
pH	—	7,4	6,2

Il s'agit donc d'un sol brun à deux horizons, N² de la classification de l'Association Française pour l'Etude du Sol et n° 8 de notre nomenclature ⁽²⁾.

⁽¹⁾ MOLINIER R. — Les îles d'Hyères. Etude phytosociologique extrait des *Annales de la Soc. d'Hist. Nat. de Toulon*, n° 21, 1937.

⁽²⁾ J. BORDAS avec la collaboration de G. MATHIEU-REVERDY. — Essai de Pédologie méditerranéenne. Collection des Monographies du Ministère de l'Agric., p. 36, Paris, 1943.

c) Sols remaniés, profils tronqués :

Dans la commune de La Londe, les Maures descendent vers la mer par une série de petites collines déboisées où l'on cultive surtout de la vigne. Cette topographie crée un paysage particulier que la toponymie a fort judicieusement dénommée « quartier des montagnes russes ».

L'érosion s'est faite rapidement sentir sur ces collines où notre sol brun n'existe plus. Les profils sont fortement tronqués ; sur les parties plates formant le sommet des collines, on ne trouve en place que l'horizon B rouge, sur les pentes, il a même disparu et c'est la roche-mère, l'arène grise, qui a été mise à nu formant dans ce cas un sol squelettique aride et perméable.

Dans le fond des petits ravins s'accumule le sol rouge de l'horizon B (transport colluvial) et dans les thalwegs plus importants (transport alluvial) on a un sol *remanié* provenant des éboulis formés par les éléments grossiers arrachés aux reliefs des Maures, mélangés aux débris des horizons du sol brun forestier détruit.

IV. — CONCLUSIONS

Ainsi existe dans toute cette zone méridionale des Maures, sous couverture forestière, un sol brun à deux horizons, donc nettement climatique.

Il se libère déjà du substratum (sol ectodynamomorphe). En effet, la diversité des roches métamorphiques, de composition chimique, toutefois assez semblable, n'influera guère sur les faciès d'altération et la nature de la roche-mère, l'arène. La végétation dense du maquis haut et la forêt est un des facteurs non négligeable de la genèse de ce sol.

Enfin, le facteur climatique a joué aussi un rôle important, notamment la pluviosité très marquée de cette zone des Maures exposée aux vents pluvieux du Sud-Est. A l'Ecole d'Agriculture d'Hyères on note actuellement une chute de pluie de plus de 800 mm par an (moyenne). Il tombe plus de 1 m à l'intérieur du massif des Maures.

Nous ne croyons pas que ce profil de sol brun à deux horizons, avec son horizon rouge se rattache aux types de sols rouges méditerranéens comme le supposent Braun-Blanquet et Molinier. La pédogenèse y est différente.

En effet, les sols rouges méditerranéens, qu'il s'agisse des sols sur « Terres Rouges », sur calcaire dur, ou sur « Diluvium », des alluvions à cailloux roulés ont pour origine une *argile résiduelle de décalcification étrangère* au substratum initial (calcaire, alluvion).

Dans le cas des sols sur phyllades, sur micaschistes ou sur gneiss, la kaolinisation et la ferrugination s'opèrent *directement* sur les arènes, *en rapport étroit* avec le substratum métamorphique.

Il s'agit bien d'un sol brun lessivé dont la présence sur la Côte des Maures n'est pas plus anormale que celle de sols podzoliques signalés par Agafonoff, dans la zone montagneuse côtière du nord de la Tunisie.

5
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
(C. N. R. S.)

13, Quai d'Orsay, PARIS (7°)

SERVICE DE LA CARTE DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DE LA FRANCE

Directeur : L. EMBERGER

Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Directeur technique : J. BRAUN-BLANQUET

*Directeur de la Station internationale
de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, Montpellier.*

Instructions pour l'établissement

de la

Carte des Groupements Végétaux

par

J. BRAUN-BLANQUET, L. EMBERGER et R. MOLINIER

avec une carte-modèle (environs de Montpellier)

et un tableau des signes conventionnels

établi par H. GAUSSEN

CAUSSE
GRAILLE
CASTELNAU
Imprimeurs-Editeurs
MONTPELLIER

1947

**Instructions pour l'établissement
de la Carte des Groupements Végétaux**

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
(C. N. R. S.)

13, Quai d'Orsay, PARIS (7°)

SERVICE DE LA CARTE DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DE LA FRANCE

Directeur : L. EMBERGER

Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Directeur technique : J. BRAUN-BLANQUET

*Directeur de la Station internationale
de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, Montpellier.*

Instructions pour l'établissement de la Carte des Groupements Végétaux

par

J. BRAUN-BLANQUET, L. EMBERGER et R. MOLINIER
avec une carte-modèle (environs de Montpellier)
et un tableau des signes conventionnels
établi par H. GAUSSEN

CAUSSE
GRAILLE
CASTELNAU
Imprimeurs-Éditeurs
MONTPELLIER

—
1947

SOMMAIRE

I.— *La Carte des Groupements Végétaux de la France entreprise par le C.N.R.S. et son intérêt pour le pays*, par
L. EMBERGER.

A) *Introduction.*

B) *Exposé général.*

C) *Quelques exemples précis montrant l'importance pratique de la Carte des Groupements Végétaux.*

II. — *Les groupements végétaux supérieurs de la France*, par
J. BRAUN-BLANQUET.

III. — *Instructions pour l'exécution technique des cartes*, par
R. MOLINIER.

A) *Principes généraux.*

B) *Choix des couleurs.*

C) *Choix des signes.*

D) *Mélanges, stades de dégradation, stades initiaux.*

E) *Légende et notices explicatives.*

IV. — *Note de la Direction.*

I. — La Carte des Groupements Végétaux de la France et son intérêt pour le pays

A. — INTRODUCTION

La cartographie botanique est, cela va de soi, inséparable de la phytogéographie, mais le mérite de traduire le premier les faits phytogéographiques sur une carte revient au botaniste danois J.-F. SCHOUW, qui publia, en 1822, les « Principes d'une phytogéographie générale », ouvrage accompagné de quatre tableaux météorologiques et d'un « Atlas phytogéographique ».

On peut lire, dans un des premiers paragraphes de ce remarquable ouvrage, quelques considérations sur l'intérêt de la science phytogéographique. SCHOUW avait reconnu avec une perspicacité remarquable les applications des connaissances phytogéographiques à l'économie. « La géographie botanique », dit-il, p. 20 (1), « est la base de l'horticulture botanique, car la condition principale de cet art est la connaissance des stations et des aires de distribution des plantes. Pour cette raison elle est également importante pour l'agriculture, la sylviculture, l'horticulture ordinaire »... Et, plus loin : « les questions de savoir quelles sont les régions à mettre en valeur par de la forêt, par des cultures ou des pâturages, quelles espèces peuvent être avantageusement introduites dans un pays, et une foule d'autres questions semblables, reçoivent des réponses par la phytogéographie ».

Enfin, voici le passage capital : « Importante pour l'agriculture, la sylviculture, etc..., la phytogéographie l'est aussi pour l'économie nationale. Une bonne carte phytogéographique peut, souvent, donner une meilleure vue d'ensemble sur la capacité productrice d'un pays et les possibilités de son accroissement que beaucoup de tableaux statistiques. Une connaissance précise des rapports entre climat et végétation permet d'éviter beaucoup de dépenses inutiles ».

En France des préoccupations phytogéographiques du même ordre animaient, à la même époque, A.-P. DE CANDOLLE, alors

(1) De la traduction allemande de l'ouvrage.

Professeur à Montpellier. En 1806, chargé par le Ministre de l'Intérieur de parcourir, en cinq ans, toute la France pour en étudier la Botanique dans ses rapports avec la géographie et l'agriculture, A.-P. DE CANDOLLE désirait joindre à l'ouvrage un atlas représentant ce qu'il appelait « les régions botaniques et agricoles » de la France.

Les changements de nos frontières, en 1815, entraînant un remaniement complet du cadre du travail entrepris, le départ définitif de l'illustre botaniste pour Genève, sont les causes de l'abandon de ce grand projet. Mais, il faut aussi reconnaître que « le fruit n'était pas mûr ». La flore de la France n'était pas encore bien connue, et DE CANDOLLE n'avait à son service que la carte — encore inachevée — de CASSINI qui, malgré son intérêt, surtout pour la région languedocienne, n'avait pas la précision des cartes dont nous pouvons disposer aujourd'hui. La Géologie, la Météorologie, et les Sciences biologiques, si utiles aux biogéographes, étaient encore dans l'enfance. Enfin, la Sociologie végétale, qui a seule permis de résoudre le problème de la méthode, n'était même pas soupçonnée. Malgré ces conditions défavorables, il faut regretter que DE CANDOLLE n'ait pas pu exécuter son projet. Entreprise par un aussi grand esprit, l'œuvre n'eut pas manqué d'être très intéressante.

Il fallut attendre la fin du siècle dernier pour que le projet d'A. P. DE CANDOLLE soit repris, et à Montpellier même, qui devint ainsi la patrie de la cartographie botanique. C'était en 1894. FLAHAULT développa, cette année, au cours de la session extraordinaire de la Société botanique de France, son « Projet de Carte botanique, agricole et forestière de la France ». Donnant l'exemple, il cartographia lui-même, à ses frais, et pendant 15 ans, au 200.000^e, un dixième de la surface de notre pays.

Cette tentative suscita un grand intérêt dans les milieux géographiques et botaniques, mais cette fois, l'obstacle vint de l'administration ministérielle qui, ne saisissant pas la portée des efforts de FLAHAULT, se contenta de prodiguer des bonnes paroles et des promesses qui ne furent pas tenues. FLAHAULT, découragé, abandonna la partie. S'il n'a pas réussi à doter la sylviculture et l'agriculture françaises d'un instrument précieux, il eut la satisfaction de voir ses efforts appliqués ailleurs, en Angleterre, où R. SMITH fut chargé de lever la carte botanique de l'Ecosse au 1 : 126.720^e, en Suisse, où C. SCHROETER et le R. P. HAGER, entreprirent officiellement des travaux cartographiques, en Allemagne et en Autriche. FLAHAULT, de toutes les cartes au 200.000^e qu'il avait dressées, n'a publié, en 1897, que la feuille de PERPIGNAN, une des plus inté-

ressantes, en raison des difficultés techniques qu'elle avait posées, et « pour que cette œuvre (1) née en France ne puisse être revendiquée comme leur par des étrangers, pour qu'elle puisse y être reprise, dans un avenir plus ou moins lointain » ; je cite les propres paroles de FLAHAULT.

Les cartes phytogéographiques de FLAHAULT résolurent la question la plus difficile, celle de la méthode dans la représentation cartographique des faits et marquent, pour cette raison, une date capitale. FLAHAULT, en effet, y introduisit l'idée de synthèse « en considérant non plus chaque espèce individuellement, mais des groupes d'espèces, en les subordonnant, d'après leur importance géographique relative, autour des espèces les plus caractéristiques par la grande place qu'elles occupent ». En d'autres termes, le point de départ de ses cartes était la notion des *Associations végétales*.

Qu'est-ce qu'une *association végétale* ? Quelques notions sont nécessaires.

Beaucoup d'espèces végétales se comportent de la même manière vis-à-vis de la plupart des conditions extérieures et se trouvent, pour cette raison, toujours associées dans la nature. Autrement dit, elles y forment un ensemble floristique qui se répète fidèlement, chaque fois, qu'à l'intérieur d'une région naturelle, les conditions de milieu sont identiques. D'autre part, certaines espèces, par leur action même, créent des milieux particuliers auxquels toute une série d'espèces sont spécialement adaptées. Ces ensembles sont les *Associations*. Elles sont caractérisées par quelques espèces caractéristiques, de telle sorte qu'il suffit de retenir celles-ci pour désigner, en même temps tout le cortège floristique qui les accompagne. Il s'en suit une grande simplification dans la cartographie des faits.

Il suffit de citer pour nos garrigues languedociennes l'association à *Brachypodium ramosum* et *Phlomis lychnitis* pour que, par là-même, soient désignées cent autres espèces qui les accompagnent. Les Salicornes, végétaux les plus caractéristiques de nos marais salants, évoquent immédiatement tout un cortège d'espèces spéciales.

Pour le botaniste exercé, ces notions synthétiques expriment encore beaucoup d'autres faits intéressants. Il sait qu'à ces associations correspondent des conditions précises de sol, d'humidité, un degré de fertilité, des possibilités de mise en valeur, bref, que ces associations indiquent la *vocation* du sol qui les porte et leur valeur économique. C'est en cela que réside le haut intérêt de la connaissance des Associations végétales. Nous en développerons plus loin quelques exemples.

(1) L'œuvre de la cartographie botanique.

B. — EXPOSE GENERAL

Convaincu de l'importance capitale de ces questions pour l'économie de notre pays, nous avons proposé, en 1943, au Centre National de la Recherche Scientifique d'entreprendre la cartographie botanique méthodique de la France. Seul un organisme d'Etat indépendant et convenablement doté pouvait envisager une entreprise aussi importante et de très longue haleine, comparable à l'établissement de la Carte géologique de la France.

Le C. N. R. S. a décidé d'entreprendre la publication de deux cartes, l'une au 200.000^e intitulée : *Carte de la Végétation de la France* et ayant à sa tête M. H. GAUSSEN, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, l'autre au 20.000^e, dite *Carte des Groupements Végétaux de la France*, dont le signataire de ces lignes assume la direction.

Le Service de la Carte des Groupements Végétaux fonctionne actuellement et provisoirement dans un local de la S. I. G. M. A. (Station Internationale Géobotanique Méditerranéenne et Alpine), gracieusement mis à notre disposition par M. BRAUN-BLANQUET.

La mise en chantier de la *Carte des Groupements Végétaux* posait d'emblée plusieurs problèmes fondamentaux :

1) *Ce qui sera représenté* : La Carte des Groupements Végétaux est une carte des unités phytosociologiques, unités floristiques et écologiques, indicatrices synthétiques de la *vocation* du sol qu'elles occupent. La cartographie des groupements végétaux est donc *ipso facto* celle d'un très grand nombre d'espèces. Une très importante documentation phytosociologique est déjà réunie depuis de nombreuses années, par M. BRAUN-BLANQUET et ses collaborateurs, à la S.I.G.M.A.. L'inventaire phytosociologique complet de la France, qui est en cours d'exécution, est la base même de nos efforts ; il est donc au premier plan de nos préoccupations.

2) *L'exécution technique* : L'expérience acquise au cours des essais antérieurs à l'initiative du C.N.R.S. (premières cartes de MOLINIER, celle de LUQUET, etc...), les besoins des services appelés à utiliser les cartes, les conditions de travail sur le terrain, etc..., ont montré qu'une échelle au 20.000^e-25.000^e est la plus favorable. Le 50.000^e n'est pas assez dé-

taillé. Il faut au moins descendre au 20.000°-25.000° pour que la carte puisse rendre les services qu'on en attend. Nous avons adopté le 20.000° que l'*Institut géographique national* est en train de dresser pour toute la France.

Pour répondre à certains besoins précis, il sera nécessaire de descendre encore plus bas, mais le 20.000° est l'échelle courante idéale. Le fond topographique est en voie d'exécution; une large bande jalonnant nos frontières du N. et de l'E. a déjà paru. Nous ne travaillons actuellement que dans ces régions pour lesquelles il existe, mais nous pouvons dès à présent faire bénéficier n'importe quelle région de la France de l'étude des groupements végétaux, même avant que toutes les cartes topographiques au 20.000° soient établies. Le degré d'urgence commande l'ordre d'exécution des travaux. Le cas s'est présenté pour la Sologne dont la mise en valeur rationnelle fait actuellement l'objet d'études approfondies. En attendant que la carte au 20.000° de l'I.N.G. paraisse, M. BRAUN-BLANQUET, sollicité par la Commission de la mise en valeur de la Sologne, du Ministère de l'Agriculture, secondé par M. LINGUET, Inspecteur des Eaux et Forêts, a fait des levés botaniques sur une carte établie pour les besoins du moment par les services économiques régionaux et donné sur place les indications découlant de ces études. Cette carte est en train. Nous sommes aussi sollicités par l'Office Agricole Départemental du Gard pour des travaux de mise en valeur de la région de Nîmes, bien que nous n'ayons pas ici le fond au 20.000° de l'I. G. N. Nous y travaillerons sur des plans levés spécialement.

Le problème du *choix des couleurs* a été étudié; nous avons adopté une échelle se rapprochant le plus possible des principes généralement admis et techniquement exécutables : les rouges et jaunes pour les prairies et landes xérophiles, les bleus et les violets pour les prairies de plus en plus hygrophiles, les verts pour les forêts. A l'expression par les couleurs s'ajoute celle par des signes. Les signes spécifiques ont été établis par H. GAUSSEN. R. MOLINIER a exposé ces importantes questions de technique dans le présent fascicule; nous y renvoyons le lecteur.

3) *Le personnel.* — L'exécution de la Carte des Groupements Végétaux ne peut être confiée qu'à un personnel ayant une formation botanique solide, familiarisé avec la phytosociologie et ses méthodes. Elle a pu être mise en chantier dès à présent grâce au concours d'un groupe de collaborateurs de premier ordre, MM. GUINOCHET, LEMÉE, MOLINIER et TALLON. C'est aussi une chance exceptionnelle pour la Carte, que M. BRAUN-BLANQUET soit à Montpellier. Ce phytosociologue émi-

ment a bien voulu accepter d'assurer toute la direction technique de la Carte. La grande expérience de ce savant donne à l'œuvre que nous entreprenons cette chance essentielle et dont dépend si souvent la destinée, celle d'être bien née.

Ce noyau de collaborateurs remarquables formera, nous l'espérons, des disciples appelés à prendre la succession et assurer la continuité de nos efforts.

La Direction de la Carte est secondée actuellement par deux collaborateurs qualifiés et deux agents techniques. Ce personnel assume la marche du Service.

Le classement de l'énorme documentation réunie à la S.I.G. M.A. est en bonne voie. C'est un travail essentiel. Toutes les associations décrites jusqu'à présent en Europe et en Afrique du Nord sont relevées et méthodiquement classées. Parallèlement, le *Prodrome des groupements végétaux*, édité par la Station est continué; il contient la description de tous les groupements connus à ce jour et sera le guide de nos collaborateurs-cartographes pour l'identification des groupements végétaux.

A ce jour, les cartes suivantes ont déjà été dressées (1) ou plus ou moins avancées. Sont terminées et pourraient être imprimées :

Aix 1-2, Aix 5-6, Istres 3-4, Eyguières 5-6, Eyguières 7-8, Montpellier N. W.

Sont en cours et en bonne voie :

Clermont, Pontarlier 5-6. Eyguières 1-2.

Seront commencées prochainement :

Nîmes, Vaison 7-8, (Mont Ventoux).

Le siège de la Carte étant fixé à Montpellier, il est normal que le Service ait son toit à l'*Institut botanique*. Aussi prévoyons-nous pour lui, dans les plans du nouvel Institut, des locaux spéciaux. Nous escomptons de ce groupage des divers services botaniques de l'Université et de la Carte une émulation bienfaisante et des commodités de travail qui assureront une augmentation sensible du rendement. Ce Service central réunira spécialement tous les documents servant ou ayant servi à l'établissement de la Carte, en particulier tous les relevés faits par les collaborateurs, les échantillons des plantes rares ou critiques des différents territoires des Cartes levées, afin qu'on puisse, à tout instant contrôler les déterminations, la collection des photographies des associations étudiées, etc. Il devra aussi être doté d'un atelier de dessin.

(1) Une feuille de notre carte est composée de 2 feuilles au 20.000° de l'I. G. N.

Le Centre directeur formera des phytosociologues-cartographes. Actuellement les travaux cartographiques sont assumés par des Universitaires, mais ceux-ci sont très occupés pendant l'année scolaire. L'exécution des cartes est naturellement, de ce fait, fortement ralentie. Il faut aussi assurer la continuité de l'effort du C.N.R.S., sélectionner les meilleurs pour nous succéder. Le C.N.R.S. étudiera les modalités devant assurer la pérennité de l'œuvre. Actuellement nos Collaborateurs sont tous rémunérés par des sommes forfaitaires ou à la journée de travail sur le terrain, à la manière des Géologues.

Par ailleurs, une action parallèle doit être conduite pour apprendre aux usagers l'art de lire les cartes, de savoir en tirer tout ce qu'elles indiquent d'intéressant.

Enfin, le service de la Carte assurera la publication des travaux effectués. L'idéal serait de publier toutes les Cartes, mais les prix extraordinairement élevés de l'impression ne permettront sans doute pas de l'atteindre. Le C.N.R.S. tâchera cependant de publier les Cartes déjà faites et celles qui sont sur le point d'être terminées, afin de faire connaître son initiative et la soumettre à l'épreuve de l'usage. Nous joignons à ce fascicule la feuille de Montpellier NW. Elle servira de modèle. Nous tâcherons encore de publier dans un délai rapproché au moins une carte de M. MOLINIER sur la région de Marseille et celle de M. GUINOCHET sur le Jura de Pontarlier. Ces cartes synthétisent tous les problèmes qui peuvent se poser au cours des travaux cartographiques. Elles représentent aussi des types différents. Les autres Cartes, celles dont la publication ne peut être assurée immédiatement resteront dans les Archives de la Direction où elles seront à la disposition du public et des Administrations. Nous envisageons d'en établir des copies qui seront remises à tous les Services économiques de la région cartographiée.

L'initiative du C.N.R.S. a déjà eu un retentissement considérable à l'étranger. Dès qu'elle y fut connue, les demandes de renseignements en vue d'imiter l'initiative française sont venues de Belgique et de Hollande, du Portugal, d'Espagne, de Pologne, du Canada, de Tchécoslovaquie, de Chine, de Suisse de Palestine, des Indes anglaises, du Brésil et d'Italie. Le Maroc, l'Algérie et la Tunisie ont exprimé le désir d'entreprendre sans tarder la même œuvre et ont déjà sollicité des instructions précises. Nous suivons ces manifestations avec une attention particulière. La Carte des Groupements Végétaux est ainsi, non seulement une œuvre destinée à la France, mais encore une expression de notre volonté de travail et de vie; elle contribuera, pour sa part, au rayonnement de notre pays.

C. — QUELQUES EXEMPLES PRECIS MONTRANT LES SERVICES QUE LA CARTE DES GROUPEMENTS VEGETAUX PEUT RENDRE

L'exposé qui suit est destiné à montrer l'intérêt *pratique* de la Carte des Groupements végétaux.

D'une manière générale, la Carte permet une grande économie de temps, avantage appréciable à une époque où toutes les administrations sont accablées de travail. Grâce à la précision des renseignements qu'elle donne, un Chef de Service peut donner des ordres, étudier des plans d'aménagements, prendre des décisions, etc..., sans être obligé d'aller chaque fois sur le terrain.

Voici maintenant quelques exemples concrets de l'utilité économique de la Carte :

I. — *En matière agricole :*

A) Les Services d'Agriculture ne disposent d'aucune carte indiquant avec précision la répartition des cultures. Ils s'appuient sur des statistiques, et chacun sait que pour des raisons diverses — notamment fiscales — elles sont inexactes.

Les cartes des groupements végétaux donnent à cet égard les renseignements essentiels nécessaires, tels que la distribution des terres cultivées et soumises à des cultures alternantes, des prairies, des vignes, des vergers, pour lesquels des signes spéciaux indiquent la nature des fruitiers, des cultures sarclées, des jardins, etc..

B) *Les cartes renseignent sur les cultures possibles dans une région donnée, et où il faut les faire.* Les échecs dûs à l'absence de documents précis n'ont qu'une importance limitée, lorsqu'il s'agit de cultures annuelles : l'expérience démontre rapidement l'erreur; il n'en est pas de même avec des cultures pérennantes, telles les vergers, ou, sur une plus grande échelle, les reboisements, où toute erreur se répercute au moins sur plusieurs années et peut entraîner des pertes importantes.

Les nécessités de guerre ont imposé aux propriétaires du Languedoc la culture de surfaces déterminées de Tournesol en vue de la production d'huile. Sur de nombreux points ces cultures ont lamentablement échoué. Si la Carte des Groupe-

ments Végétaux avait existé, l'Administration aurait pu préciser que seuls des terrains possédant certains groupements végétaux définis étaient propres à recevoir cette culture et qu'il ne fallait l'imposer qu'aux propriétaires qui en avaient.

Les marais salants, physionomiquement si homogènes, sont, du point de vue des possibilités économiques, de valeur très inégale. Nous savons que les terrains portant l'Association à *Arthrocnemum glaucum* sont impropres à toute culture sans déchloruration préalable. C'est donc peine perdue de mettre de tels sols en valeur avant qu'ils aient été l'objet d'une préparation spéciale les débarrassant de la majeure partie du sel qu'ils contiennent. Par contre, ceux qui sont recouverts de l'association à *Suaeda fruticosa* et à Trèfle maritime peuvent porter des cultures de plantes fourragères (Luzerne, Légumineuses). Ceux portant l'association à *Schoenus* et *Plantago crassifolia* sont favorables à la culture de l'Asperge. Nous connaissons une Société qui a dépensé des millions en pure perte pour essayer de mettre en valeur une grande propriété en Camargue. Une simple lecture de la Carte des Groupements Végétaux, ou, à défaut, l'avis d'un botaniste qualifié, lui eut épargné d'énormes dépenses en lui indiquant les surfaces propres et impropres aux cultures projetées. Une carte des groupements végétaux entre Aude et Rhône serait d'un très grand intérêt économique.

C) La Carte des Groupements Végétaux indique avec précision quelles sont les espèces que l'on peut introduire avec succès dans les pâturages pour améliorer et maintenir leur qualité. Seules, en effet, peuvent être introduites celles qui peuvent prendre pied et se multiplier sur des terrains où la cohabitation avec les espèces préexistantes est possible.

D) Les cartes mettent en évidence l'importance du recul des cultures, si sensible en beaucoup de points de la France depuis un siècle. Ce phénomène, connu de beaucoup de monde, mais en gros seulement, peut être apprécié, sur les Cartes, avec beaucoup de précision. Ainsi, on peut se rendre compte en lisant la feuille d'Aix-Sud dressée par M. MOLINIER que la plupart des parties de la carte occupées par l'association à *Brachypodium phoenicoides* et ses faciès sont d'abandon récent (10 à 20 ans), que les zones occupées par le faciès à *Ulex* ne sont plus cultivées depuis 30 ans. Cette notion si importante du recul des cultures dans le pays d'Aix n'est même apparue qu'au cours de l'exécution des cartes !

Connaissant ces faits, les Agronomes peuvent savoir quelles sont les terres récupérables pour la culture et quelles sont celles qu'ils ont intérêt à donner à la forêt.

E) Les cartes des groupements végétaux nous montrent où se trouvent les espèces intéressantes recherchées en vue de leur exploitation économique ou pour toute autre raison (par exemple pour l'établissement de ruchers).

F) La Carte est un instrument utile pour la délimitation des *crus*. Deux de nos collaborateurs MM. MOLINIER et TALLON, sont chargés par le Préfet des Bouches-du-Rhône de délimiter les territoires dont le foin répond aux qualités du « foin de Crau », véritable cru fourrager qui fait prime sur le marché des foins.

II. — *En matière forestière:*

La sylviculture — a-t-on dit avec justesse — est de la Sociologie végétale appliquée.

A) La Carte donne la répartition précise de *toutes* les forêts, document que les forestiers ne possèdent que pour les forêts domaniales. Or, les cartes des seules forêts domaniales ont un intérêt limité, parce qu'elles ne tiennent pas compte de la situation sur leurs limites et dans leurs environs dont dépendent, dans certains cas, la vie de la forêt et son traitement. Nos cartes fournissent aussi des renseignements précis sur l'état des forêts, état qui commande le mode d'intervention rationnelle de l'homme.

B) Le reboiseur a, dans la Carte, un excellent guide. Dans la région de Montpellier, par exemple, il évitera, sous peine d'échecs certains, de planter d'arbres, les surfaces couvertes de l'association à *Deschampia media* et *Brunella hyssopifolia*. Il saura que le Pin d'Alep peut être introduit par semis à la volée dans tous les terrains occupés par les associations groupées sous le nom de Rosmarino-Ericion; le reboisement par le Pin de surfaces couvertes de *Brachypodium ramosum* et *Phlomis lychnitis* nécessite, pour réussir, des précautions spéciales, telles que plantations par potets et arrosage pendant la période de reprise. Il est aussi inutile d'essayer de reboiser les crêtes recouvertes par *Vaccinum uliginosum* ou *Juncus trifidus*; tous les efforts faits jadis l'ont démontré.

Si l'on avait disposé d'une carte on aurait évité de planter des Hêtres à la Ste-Baume dans une Chênaie de Chênes pubescents qui tend à étouffer la Hêtraie. Les Hêtres n'avaient là aucun avenir. On aurait aussi évité de planter des Cèdres sur les pentes E. de N.D. des Anges (près de Marseille), à la limite de la garrigue de Chênes Kermès et des Lavandaies. L'échec était à prévoir.

C) En Afrique du Nord, la connaissance des diverses associations du Chêne-Liège a conduit les Forestiers à adopter des

modes de traitement spéciaux pour chacune d'elles. La Carte permet de les localiser.

III. — *Pour l'Ingénieur :*

A) Les Ingénieurs pourront tenir utilement compte des indications de nos cartes dans leurs projets d'irrigation. Mieux renseignés sur les besoins réels des cultures, ils pourront donner à leurs tracés des contours plus conformes aux besoins réels des périmètres d'irrigation.

La Compagnie générale du Rhône a dépensé des sommes extrêmement importantes — plus de 300 millions — pour créer, dans la Crau, un réseau d'irrigation par l'eau du Rhône.

Une grande zone de cultures intensives à haut rendement devait ainsi naître là où il n'y avait encore aucune culture. Ces travaux sont maintenant abandonnés. La consultation de la Carte des Groupements Végétaux actuellement dressée par M. MOLINIER montre combien cette entreprise était risquée. En effet, les associations végétales existantes indiquent que l'opération, telle qu'elle était envisagée, ne pouvait être économiquement bonne, et elle a été condamnée depuis par la généralité des propriétaires de la Crau, qui reviennent à l'ancienne économie de l'élevage pour la production de la viande et de la laine. La plupart des terres dont on envisageait l'irrigation ne pouvait permettre pendant longtemps que l'établissement de prairies assez précaires, et à la condition d'y mettre encore de l'engrais ! En période de hauts cours des fourrages le bilan s'équilibrait, mais les conditions normales se soldent par une moins-value à laquelle s'ajoute encore la suppression du cheptel ovin qui était d'un excellent rapport.

De plus, les projets d'irrigation prévoyaient l'utilisation, comme réservoir, de l'Etang des Aulnes. Or, celui-ci eut joué, en petit, le rôle que tient, en grand, le lac Léman. Les substances en suspension s'y seraient déposées, et, comme elles sont fertilisantes, les terrains irrigués eussent été privés d'un apport d'engrais naturel intéressant. Les cartes que nous dressons aujourd'hui de cette région permettent encore de conclure que des parties de la Crau actuellement en exploitation auraient été certainement transformées en marécages.

B) La création de nouveaux camps d'aviation dans le Midi a posé des problèmes d'enherbement des pistes trop exposées à l'érosion pluviale et, en cas de guerre, trop visibles, problèmes assez délicats sous le climat méditerranéen, car il faut créer une pelouse très résistante à la fois à la sécheresse estivale prolongée, et au piétinement. En se basant sur la répartition des groupements végétaux, M. SUSPLUGAS put proposer avec succès l'ensemencement par les espèces faisant

naturellement partie de l'association à *Sclerochloa dura*. Le problème est le même partout où l'érosion doit être évitée (défense des berges, terrains de jeux, etc...)

C) La Carte est aussi un guide utile dans la recherche des tracés les plus économiques de pistes ou de routes.

IV. — *Pour le département de la guerre:*

Nous avons rappelé plus haut l'intérêt de la Carte pour l'enherbement rationnel.

La dernière guerre a montré la nécessité du camouflage de travaux militaires par des méthodes rapides et efficaces. M. BRAUN-BLANQUET rapporte à cet égard un exemple typique dont il a été témoin en Suisse.

Ce pays a hérissé sa frontière orientale de fortifications nombreuses dont l'établissement a entraîné des déplacements énormes de terre et de pierres, masses très visibles par avion. Il a fallu les camoufler au plus vite. Le camouflage entrepris sans méthode n'a pas donné de bons résultats. On décida de s'adresser à des spécialistes connaissant les groupements végétaux. Ceux-ci dirigèrent rationnellement l'entreprise et résolurent le problème posé, soit par des ensemencements d'espèces choisies, aptes à remplir le rôle demandé, soit en fixant, pour aller plus vite, des mottes de terre revêtues d'associations appropriées convenant à chaque milieu.

Les Cartes peuvent guider très utilement les chefs militaires dans la recherche des itinéraires favorables au passage des convois, à l'évolution des chars, à l'emplacement de camps, etc...

V. — *Pour l'Administration des Finances:*

La Carte des Groupements végétaux rend des services même à l'Administration des Finances.

Celle-ci disposera de cartes précises indiquant les surfaces réelles occupées par les forêts, les cultures, les landes, etc., et possèdera des *données quantitatives précises* qui remplaceront avantageusement les statistiques auxquelles personne ne croit. Connaissant la valeur économique exacte des terrains elle pourra répartir avec plus d'équité les charges fiscales.

Elle pourra contribuer à la mise en valeur rationnelle du sol par une action déterminant les propriétaires à planter sur chaque parcelle ce qui convient le mieux et rapporte le plus, préparant ainsi de nouvelles ressources fiscales.

Elle aura, enfin, une base sûre dans l'estimation des indemnités éventuellement dues pour les changements intervenus par l'exécution de grands travaux, etc...

II. — Les Groupements Végétaux supérieurs de la France

La Carte des Groupements Végétaux de la France représente les unités de végétation définies par la méthode dite floristique : Classes, Ordres, Alliances, Associations, Sous-Associations (Sociations) et Variantes. La liste complète des groupements décrits à ce jour et des tableaux d'associations y afférents est déposée au Centre de la Carte de Montpellier, actuellement à la Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine (S.I.G.M.A.). Ci-dessous nous donnons un aperçu raccourci des Classes, Ordres et Alliances observées en France. Pour les Associations et les unités inférieures, il est nécessaire de se rapporter aux nombreux travaux publiés et aux tableaux manuscrits encore inédits du Centre de Montpellier.

La France prend part à trois grands territoires floristiques naturels de végétation, correspondant à trois Cercles de végétation :

1° La région méditerranéenne.

2° La région euro-sibérienne (domaines médio-européen et atlantique).

3° Les hautes montagnes médio-européennes.

Si nous envisageons l'ensemble du pays, il est *impossible* d'adopter pour des cartes de détail, du type de celle au 20.000^e que nous avons à exécuter, une gamme unique. Chaque Cercle de végétation aura donc sa gamme de couleurs spéciale.

La première classification des groupements végétaux de la région méditerranéenne française date de 1931 (v. BRAUN-BLANQUET. Comm. n° 9 de la S.I.G.M.A.).

Le développement insoupçonné de l'étude des groupements végétaux permet aujourd'hui d'étendre cette classification au territoire français tout entier. Le Centre de la Carte des Groupements Végétaux à la S.I.G.M.A. possède, outre les travaux phytosociologiques déjà publiés, une documentation importante encore inédite, qui a pu être mise à profit pour la rédaction de la classification ci-dessous. Les tableaux d'associations

et des unités supérieures qui ont servi de base à son élaboration peuvent être consultés au Centre de Montpellier.

A. — UNITES PHYTOSOCIOLOGIQUES SUPERIEURES
DE LA REGION MEDITERRANEENNE
FRANÇAISE

1. — Classe *Asplenietea rupestris*
(Groupements des fentes de rochers)

Groupements généralement pauvres en espèces, plus ou moins localisés dans les fissures des rochers et des murs. Rares dans les plaines, ils sont plus répandus et plus variés dans les montagnes.

Ordre : *Potentilletalia caulescentis*. Alliances : *Asplenion glandulosi*, *Potentillion caulescentis*, *Polypodion serrati*.

Ordre : *Androsacetalia*. Alliance : *Anthirrhinion asarinae*.

2. — Classe *Adiantetea*
(Végétation des rochers suintants)

Groupements en partie muscinaux des dépôts de tufs humides et des suintements de rochers et de murs aux étages inférieur et moyen.

Ordre : *Adiantetalia*. Alliance : *Adiantion*.

3. — Classe *Crithmo-Staticetea*
(Groupements des rochers littoraux)

Associations généralement pauvres en espèces des rochers littoraux exposés aux vents et aux forts embruns, aspergées par les vagues. Elles ne s'éloignent pas de la mer et ne s'élèvent guère au-dessus de 40 mètres d'altitude.

Ordre : *Crithmo-Staticetalia*. Alliance : *Crithmo-Staticion*.

Centre National de la Recherche Scientifique

SERVICE DE LA CARTE PHYTOGÉOGRAPHIQUE

CARTE DE LA VÉGÉTATION

au 200.000^e

CARTE DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX

au 20.000^e

SIGNES CONVENTIONNELS

pour le Travail sur le terrain

par H. GAUSSEN

2^{me} édition

L'intérêt cartographique des plantes variant suivant les régions, un choix est nécessaire parmi celles qu'il y a lieu de noter.

Les signes prévus ci-dessous ne doivent donc être utilisés que lorsque la représentation de la plante s'impose.

Ils ne sont pas limitatifs : de nouveaux peuvent être créés, le cas échéant, mais pour assurer l'homogénéité de l'ensemble il serait bon de consulter l'auteur des tableaux ci-dessous avant d'imprimer de nouveaux signes.

GYMNOSPERMES

ANGIOSPERMES LIGNEUSES

Voir au dos pour

CULTURES

PLANTES HERBACÉES

GYMNOSPERMES

Abies	cephalonica		Picea	excelsa	
	pectinata			pungens	
	Pinsapo		Pinus	Cembra	
Arbres de Parc (Conifères)				Halepensis	
Biota	orientalis			Lar. austriaca	
				Lar. corsica	
Callitris	quadrivalvis			L. mauretan	
				L. Salzmanni	
Cedrus	atlantica			maritima	
	Libani			mesogeensis	
Cunningh.	sinensis			Mughus	
				Pumilio	
Cupressus	arizonica			pinea	
	Lambertiana			silvestris	
	sempervirens			uncinata	
Ephedra	distachya			insignis	
	nebrodensis			rigida	
Juniperus	communis			Strobus	
	nana		Pins de Reboisement		
	Oxycedrus		Pseudotsuga Douglasii		
	phoenicea			glauca	
	Sabina				
	thurifera		Taxodium	distichum	
Larix	europaea		Taxus	baccata	
	leptolepis		Wellingtonia gigantea		

ANGIOSPERMES LIGNEUSES

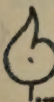
Acacia	melanoxylon			sempervirens		
	dealbata			Calluna	vulgaris	
Acer	campestre			Calycotome	spinosa	
	monspessul.				villosa	
	Opulifolium			Carpinus	Betulus	
	platanoïdes					
	Pseudoplatana			Castanea	sativa	
Ailanthus	glandulosa			Celtis	australis	
Alnus	cordata			Ceratonia	Siliqua	
	glutinosa			Cerasus	avium	
	incana					
	viridis			Chamaerops	sp.	
Arbutus	alpina			Cistus	albidus	
	Unedo				crispus	
	Uva-ursi				hirsutus	
Argania	spinosa				incanus	
Artemisia	Herba alba				ladaniferus	
Betula	celtiberica				laurifolius	
	pubescens				monspeliensis	
	verrucosa				populifolius	
Berberis	aetnensis				Pouzolzi	
	hispanica				salviaefolius	
	vulgaris			Cneorum	tricoccum	
Buxus	balearica			Colutea	arborescens	
				Coriaria	myrtifolia	

Matricaria	Chamomilla		Pteris	Aquilina	
Menyanthes	trifoliata		Rubia	peregrina	
Mesembryanthemum	edule			tinctoria	
Molinia	cœrulea		Ruppia	maritima	
Mousses			Ruta	angustifolia	
Nardus	stricta		Saccharum	biflorum	
Nicotiana	tabacum		Salsola	sp.	
Obione	portulacoïdes		Schœnus	nigricans	
Opuntia	vulgaris		Scirpus	lacustris	
Osmunda	regalis		Sesleria	sp.	
Oxycoccos	quadripetala		Statice	sp.	
Paliurus	australis		Stœhelina	dubia	
Passerina	calycina		Sphagnum	sp.	
	dioïca		Stipa	tenacissima	
	hirsuta		Suaeda	maritima	
Phlomis	Lychnitis		Trifolium	alpinum	
Phragmites	communis		Typha	angustifolia	
Plantago	Cynops			sp.	
	Psyllium		Veratrum	album	
Polygonum	Bistorta		Vincetoxicum	officinale	
Polystichum	Filix-mas		Zostera	sp.	

Caltha	palustris	K
Cardamine	pratensis	C
Carex	curvula	3
	fusca	3
	Davalliana	3
Chara	sp.	✎
Chenopod.	Bonus Henric	☐
Chrysanth.	segetum	★
Colchicum	autumnale	☐
Comarum	palustre	★
Corema	alba	✎
Corynephor.	canescens	✎
Crithmum	maritimum	✎
Crocus	sp.	☐
Crucianella	maritima	✎
Cyperus	sp.	✎
Deschamps.	flexuosa	☐
Dianthus	sp.	d
Digitalis	lutea	☐
	purpurea	☐
Drusa	oppositifolia	✎
Elymus	arenarius	E
Empetrum	nigrum	✎

Endymion	nutans	✎
Equisetum	sp.	☐
Eriophorum	sp.	p
Eryngium	alpinum	☐
	Bourgati	☐
	maritimum	☐
Euphorbia	Characias	☐
	Beaumierana	☐
	Echinus	☐
	Lathyris	☐
	Paralias.	☐
	resinifera	☐
Festuca	duriuscula	☐
	Eskia	☐
	ovina	☐
	rubra	☐
	spadicea	☐
Gentiana	Burseri	☐
	lutea	☐
	Pneumonanth	☐
	tenella	☐
Hepaticues		h h
Helichrysum	Stœchas	h
Juncus	sp.	☐
Leontopod.	alpinum	☐
Lythrum	Salicaria	✎

Cornus	mas		scoparia		
	sanguinea		stricta		
Corylus	Avellana		Tetralix		
Cotoneaster	tomentosa		umbellata		
	vulgaris		vagans		
Crataegus	Azarolus		Eucalyptus	sp.	
	monogyna		Euphorbia	dendroides	
	oxyacanthoid		Evonymus	europaeus	
	ruscinonensis			japonica	
Cytisus	Laburnum		Fagus	silvatica	
	triflorus		Feuillus	caducifoliés	
Daphne	Cneorum			sempervirents	
	Gnidium		Ficus	carica	
	Laureola		Fraxinus	excelsior	
	Mezereum			Ornus	
Dorycnium	suffruticos.		Genista	anglica	
Elæagnus	angustifolius			cinerea.	
Erica	arborea			hispanica	
	australis			horrida	
	carnea			occidentalis	
	cinerea			purgans	
	ciliaris			quadriflora	
	lusitanica			tinctoria	
	mediterranea		Gleditschia	triacanthos	
	multiflora				

Hedera	Helix		Nerium	Oleander	
Hippophaë	ramnoides		Olea	oleaster	
Ilex	Aquifolium		Osyris	alba	
Jasminum	fruticans		Phillyrea	angustifolia	
Juglans	regia			latifolia	
	nigra			media	
Laurus	nobilis		Phoenix	sp.	
Lavandula	latifolia			dactylifera	
	Staechas		Pirus	communis	
	vera		Pistacia	Lentiscus	
Ligustrum	europaeum			Terebinthus	
Lonicera	etrusca			vera	
	Caprifolium			atlantica	
	Periclymenum		Platanus	acerifolia	
	pyrenaïca			orientalis	
	Xylosteum			occidentalis	
Lycium	europaeum		Populus	alba	
Malus	acerba			molinifera	
Mespilus	germanica			nigra	
Morus	alba			Tremula	
	nigra		Prunus	hybrides	
	rubra			Mahaleb	
Myrica	Faya			spinosa	
	Gale			Padus	
Myrtus	communis		Punica	Granatum	

PLANTES HERBACÉES

Acanthus mollis 

Aconitum Anthora 

 lycoctonum 

Napellus 

paniculatum 

pyrenaicum 

Adenostyles albifrons 

Agave americana 

Agrostis setacea 

vulgaris 

Alkanna tinctoria 

Althaea officinalis 

Ammophila arenaria 

Andropogon hirtus 

Antennaria dioica 

Aphyllantes monspeliensis 

Armeria sp. 

Arnica montana 

Arrhenater. elatius 

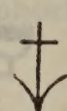
Artemisia sp. 

Arundo Donax 

Asparagus acutifolius 

albus 

Asphodelus albus 

 cerasifer 

fistulosus 

microcarpus 

subalpinus 

Athyrium Filix-femina 

Atriplex Halimus 

Azolla filicoides 

Baccharis sp. 

Bambusa sp. 

Brachypod. phoenicoides 

pinnatum 

ramosum 

silvaticum 

Bromus erectus 

Bupleurum fruticosum 

Calamagr arundinacea 

argentea 

CULTURES

ARBRES :

Abricotiers



Amandiers



Caroubiers



Cerisiers



Citronniers



Châtaigniers



Chât. du Japon



Cognassiers



Figuïers



Kakis



Mandariniers



Micocouliers



Mûriers



Noisetiers



Noyers



Néfliers



Néfl. du Japon



Oliviers



Orangers



Pêchers



Poiriers



Pommiers



Pruniers



VIGNES :

Sur piquets



En hautin



Sans support



Sur arbres



AUTRES CULTURES :

Chanvre



Houblon



Riz



Coton



Sisal



Quercus



Banisteri

castaneæfolia

Cerris

coccifera

humilis

Ilex

lusitanica

Mirbecki

occidentalis

pedunculata

Pseudo-Suber

pubescens

rubra

sessiliflora

Suber

Tozza

Rhamnus



Alaternus

alpina

cathartica

Frangula

infectoria

Rhododendr

ferruginem

hirsutum

Rhus

Coriaria

tripartitum

Cotinus

pentaphyllus

Robinia

Pseudo Acacia

Rosa

sp.

Rosmarinus officinalis

Rubus

sp.

Salix

alba



Capraea

cinerea

herbacea

incana

purpurea

pyrenaïca

repens

viminalis

Sambucus

nigra

racemosa

Santolina

Chamaecyp.

pectinata

Sarothamnus catalaun.

scoparius

Schinus

molle

Sorbus

Aria



Aucuparia

domestica

latifolia

candicans

torminalis

Spartium	junceum	△		nanus	×
Suaeda	fruticosa	8		parviflorus	+
Tamarix	africana	⊙		Ulmus campestris	⊙
	anglica	⊙		montana	⊙
	gallica	⊙		pedunculata	⊙
Thymus	vulgaris	⊙		Vaccinium Myrtillus	⊙
				uliginosus	⊙
Tilia	argentea	⬆		Viburnum Tinus	⌞
	intermedia	⬆		Lantana	⌞
	parviflora	⬆		Vitex Agnus-castus.	✱
	platyphylla	⬆			
Ulex	europaeus	×		Zizyphus Lotus	Z
	Gallii	×			

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA FRANCE

au 200.000^e

Directeur..... MM. GAUSSEN

Directeur technique.. REY

Adresse : Faculté des Sciences — TOULOUSE

✱

CARTE DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DE LA FRANCE

au 20.000^e

Directeur..... MM. EMBERGER

Directeur technique.. BRAUN-BLANQUET

Adresse : Faculté des Sciences — MONTPELLIER

CARTE DE LA VÉGÉTATION DE LA FRANCE

AN 588.585

M. CAUSSE

REY

Adresse : Paris 10e arrondissement - Tour Eiffel

CARTE DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DE LA FRANCE

AN 588.585

M. CAUSSE

REY

Adresse : Paris 10e arrondissement - Tour Eiffel

**CULTURES
PLANTES HERBACÉES**

4. — Classe *Thlaspeetea rotundifolii*
(Groupements des pierriers)

Associations des alluvions pierreuses et des pierriers et éboulis mouvants calcaires et siliceux à recouvrement généralement faible. Jusqu'à présent on a observé aux étages inférieurs en France un seul ordre habitant les éboulis calcaires.

Ordre : *Thlaspeetalia rotundifolii*. Alliances : *Thlaspeion rotundifolii*. *Pimpinelleto-Gouffeion*.

Ordre : *Myricarietalia*. Alliance : *Glaucion flavi*.

5. — Classe *Ammophiletea*
(Végétation des dunes littorales)

Groupements des dunes de sables calcaires des côtes méditerranéennes et atlantiques.

Ordre : *Ammophiletalia*. Alliance : *Ammophilion*.

6. — Classe *Rudereto-Secalinetea*
(Groupements nitrophiles cultureux et rudéraux)

Groupements à distribution extrêmement vaste des bords des chemins, décombres, amas organiques, lieux ammoniacaux, cultures sarclées, champs de céréales, toutes stations riches en nitrates. Certains groupements rudéraux orophiles de l'Afrique équatoriale présentent même plus d'affinité avec cette classe qu'avec le groupement correspondant pantropical (LEBRUN et LOUIS).

Ordre : *Secalinetalia*. Alliance : *Secalinion mediterraneum*.

Ordre : *Chenopodietalia*. Alliance : *Diplo-taxidion*, *Chenopodion muralis*, *Hordeion*.

Ordre : *Onopordetalia*. Alliance : *Onopordion acanthii* (montagnard).

Ordre : *Bidentetalia*. Alliance : *Bidention tripartiti* (fragm.).

7. — Classe *Potametea*
(Groupements flottants dans l'eau)

Associations d'hélophytes enracinées ou non, flottantes dans l'eau salée, saumâtre ou douce.

Ordre : *Potametalia*. Alliance : *Potamion eurosibiricum*.

Ordre : *Zosteretalia*. Alliances : *Ruppion maritimi*, *Posidonion*.

8. — Classe *Isoeto-Nanojuncetea*
(Végétation des mares temporaires)

Groupements de Thérophytes fugaces et de Géophytes (Isoetes) à écologie très spéciale en rapport avec la station particulière : bords des étangs d'eau douce, temporairement inondés, souvent à sec en été.

Ordre : Isoetetalia. Alliances : Isoetion, Preslion cervinae.

9. — Classe *Phragmitetea*
(Roselières)

Groupements à roseaux et à Laiches élevées encadrant lac et rivières à courant faible.

Ordre : Phragmitetalia. Alliances : Pragmition, Glycerieto-Sparganion, Magnocaricion.

10. — Classe *Salicornietea*
(Sansouires, prés salés)

Groupements souvent discontinus d'arbrisseaux et d'herbes des sols mouillés ou secs plus ou moins salés habitant le littoral, rarement sur des affleurements de sel à l'intérieur des terres.

Ordre : Salicornietalia. Alliances : Thero-Salicornion, Salicornion fruticosae, Staticion galloprovincialis.

Ordre : Juncetalia maritimi. Alliances : Juncion maritimi, Plantaginion crassifoliae, Trifolion maritimi.

11. — Classe *Arrhenatheretea*
(Prairies fauchées)

Prairies grasses, amendées, souvent irriguées à dominance de Graminées.

Ordre : Arrhenatheretalia. Alliance : Arrhenatherion.

12. — Classe *Molinio-Juncetea*
(Prairies humides)

Prairies et pacages humides à Joncs, Molinie et Laiches, rarement fauchés.

Ordre : Holoschoenetalia. Alliance : Molinio-Holoschoenion.

13. — Classe *Thero-Brachypodietea*
(Steppe méditerranéenne)

Pelouses arides, généralement discontinues sur sol calcaire, basique, à Graminées xériques et Thérophytes annuelles. Pacages à ovins.

Ordre : *Thero-Brachypodietalia*. Alliances : *Brachypodion phoenicoidis*, *Thero-Brachypodion*.

14. — Classe *Festuco-Brometea*
(Pelouses sèches)

Pelouses non irrigables, maigres, dominées par des Graminées et Cyperacées, pâturées, rarement fauchées, localisés dans l'étage montagnard et à la lisière septentrionale de la région méditerranéenne. (Cette Classe est surtout médio-européenne).

Ordre : *Brometalia*. Sous-alliance : *Xerobromion*.

15. — Classe *Ononido-Rosmarinetea*
(Garrigues et pacages calcaires discontinus)

Groupements arbustifs et pelouses maigres des terres calcaires et marneuses pacagées par le petit bétail, souvent dégradées.

Ordre : *Rosmarinetalia*. Alliances : *Armerion juncei*, *Deschampsion mediae*, *Aphyllanthion*, *Rosmarino-Ericion*.

Ordre : *Ononidetalia striatae*. Alliances : *Genistion Lobelii*, *Ononidion striatae*.

16. — Classe *Cisto-Lavanduletea*
(Landes siliceuses à Cistes et Lavandes)

Groupements arbustifs et pelouses éphémères peu denses des terrains siliceux de la plaine méditerranéenne.

Ordre : *Lavanduletalia stoechidis*. Alliance : *Cistion ladaniferi*.

Ordre : *Helianthemetalia guttati*. Alliance : *Helianthemion guttati*.

17. — Classe *Querceto-Ulicetea*
(Chênaies et Landes acidophiles)

Bois et brousses de Chênes blancs et Châtaigniers des terres siliceuses ou décalcifiées, acides. Rare et seulement vers la limite septentrionale et occidentale de la région méditerranéenne.

Ordre : *Quercetalia roboris-sessiliflorae*. Alliance : *Quercion roboris-sessiliflorae*.

18. — Classe *Querceto-Fagetea*
(Forêts caducifoliées neutro-basophiles)

Forêts des sols humides à niveau d'eau phéatrique élevé, ou bien, situées vers la limite septentrionale de la région méditerranéenne; sol riche, basique.

Ordre : *Populetalia albae*. Alliance : *Populion albae*.

Ordre : *Quercetalia pubescentis*. Alliances : *Quercion pubescentis-sessiliflorae*, *Pinion laricionis* (Corse).

Ordre : *Fagetalia*. Alliance : *Fagion*.

19. — Classe *Quercetea ilicis*
(Forêts toujours vertes)

Forêt climax de la région méditerranéenne française (souvent dégradée en brousse) constituée surtout d'arbres et d'arbustes sclérophylles et de lianes.

Ordre : *Quercetalia ilicis*. Alliances : *Quercion ilicis*, *Oleo-Ceratonion* (Côte d'Azur, Corse).

B. — UNITES PHYTOSOCIOLOGIQUES SUPERIEURES
DE LA REGION EURO-SIBERIENNE
FRANÇAISE

1. — Classe *Asplenietea rupestris*

Ordre : *Potentilletalia caulescentis*. Alliance : *Potentillion caulescentis* (*Asplenio-Encalyption*).

2. — Classe *Adiantetea*

Végétation des rochers tuffeux, suintants.

Ordre : *Adiantetalia*. Alliance : *Adiantion*.

3. — Classe *Ammophiletea*

Groupements des dunes maritimes atlantiques.

Ordre : *Elymetalia*. Alliance : *Elymion arenariae*.

4. — Classe *Rudereto-Secalinetea*

Groupements nitrophiles cultureux et rudéraux.

Ordre : *Secalino-Violetalia arvensis*. Alliances : *Secalinion medioeuropaeum*. Sous-All. : *Scleranthion*. Sous-All. : *Triticion*. All. : *Polygono-Chenopodion polyspermi*.

Ordre : *Bidentetalia*. Alliances : *Bidention tripartiti*, *Atriplicion litoralis*.

Ordre : *Onopordetalia*. Alliances : *Onopordion acanthii*, *Arction lappae*.

Ordre : *Atropetalia*. Alliance : *Atropion*.

5. — Classe *Potametea*

Groupements d'hélophytes flottants des eaux douces, saumâtres et salées.

Ordre : *Potametalia*. Alliance : *Potamion eurosibiricum*.

Ordre : *Zosteretalia*. Alliances : *Ruppion maritimi*, *Zosterion*.

6. — Classe *Litorelletea*

Groupements périodiquement inondés au bord des étangs, des lacs et rivières.

Ordre : *Litorelletalia*. Alliances : *Litorellion*, *Helodo-Sparganion*.

7. — Classe *Isoeto-Nanojuncetea*

Groupements de Thérophytes fugaces sur sol temporairement inondé, limoneux et argileux.

Ordre : *Isoetetalia*. Alliance : *Nanocyperion flavescens*.

.8. — Classe *Montio-Cardaminetea*

Végétation herbacée et muscinale bordant les sources fraîches.

Ordre : *Montio-Cardaminetalia*. Alliances : *Cardamineto-Montion*, *Cratoneurion commutati*.

9. — Classe *Phragmitetea*

Roselières et *Magno-Cariçaies* encadrant lacs et rivières, s'avancant plus ou moins dans l'eau.

Ordre : *Phragmitetalia*. Alliances : *Phragmition*, *Glycerieto-Sparganion*, *Magnocaricion elatae*.

10. — Classe *Salicornietea*
(Prés salés)

Groupements des sols contenant du Chlorure de sodium habitant le littoral et les affleurements de sel à l'intérieur des terres.

Ordre : *Salicornietalia*. Alliance : *Thero-Salicornion*.

Ordre : *Juncetalia maritimi*. Alliances : *Puccinellion maritimae*, *Armerion maritimae*.

II. — Classe *Corynephoretea*

Pelouses ouvertes riches en Thérophytes des sols sablonneux plus ou moins mouvants.

Ordre : *Corynephoretalia*. Alliance : *Corynephorion*.

12. — Classe *Arrhenatheretea*

Pelouses fraîches, souvent amendées et irriguées, prairies fauchables et pâturages gras.

Ordre : *Arrhenatheretalia*. Alliances : *Arrhenatherion elatioris*, *Trisetopolygonion bistortae*.

13. Classe *Molinio-Juncetea*

Pelouses humides non amendées à Junces et hautes herbes sur sol profond basique ou faiblement acide.

Ordre : *Molinietalia*. Alliances : *Molinion*, *Juncion acutiflori*, *Filipendulo-Petasition*.

14. — Classe *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*

Bas marais, prairies mouillées, groupements atterrisseurs de nappes d'eau peu profondes.

Ordre : *Scheuchzerietalia palustris*. Alliance : *Scheuchzerion palustris*.

Ordre : *Caricetalia fuscae*. Alliances : *Caricion fuscae*, *Caricion Davallianae*, *Schoenion*, *Eu-Scorpidion*.

15. — Classe *Festuco-Brometea*

Pelouses sèches, pacagées, rarement fauchées.

Ordre : *Violetalia calaminariae*. Alliance : *Violion calaminariae* (Belgique).

Ordre : *Brometalia*. Alliances : *Bromion*, Sous-Alliance : *Xerobromion*, Sous-Alliance : *Mesobromion*, *Koelerion albescentis*, *Sedo-Scleranthion*.

Ordre : *Festucetalia vallesiaca*. Alliance : *Astragalo-Poion concinnae* (vallées intér. des Alpes Occ.).

16. — Classe *Betulo-Adenostyletea*

Groupements de hautes herbes des sols frais et riches en nitrates avec ou sans strate arbustive.

Ordre : *Adenostyletalia*. Alliance : *Alneto-Adenostylion*.

17. — Classe *Oxycocco-Sphagnetea*

Marais oligotrophes à Sphaignes et Ericacées.

Ordre : *Ledetalia palustris*. Alliance : *Oxycocco-Ericion* (*Sphagnion fuscii*).

Ordre : *Sphagno-Ericetalia*. Alliance : *Ericion tetralicis*.

18. — Classe *Querceto-Ulicetea*

Forêts caducifoliées sur sol pauvre, très acide, souvent podzolé et Landes succédant souvent à des forêts très dégradées.

Ordre : *Calluno-Ulicetalia*. Alliance : *Ulicion*.

Ordre : *Quercetalia roboris-sessiliflorae*. Alliance : *Quercion roboris-sessiliflorae*.

19. — Classe *Vaccinio-Piceetea*

Forêts de Conifères et groupements d'arbustes nains, surtout montagnards et subalpins.

Ordre : *Vaccinio-Piceetalia*. Alliances : *Vaccinio-Piceion*, *Pineto-Ericion*.

20. — Classe (?) *Alnetea glutinosae*

Forêts d'aulnes sur sol à niveau d'eau phréatique élevé, riche, souvent inondées.

Ordre : *Alnetalia glutinosae*. Alliance : *Alnion glutinosae*.

21. — Classe *Querceto-Fagetea*

Forêts de feuillus (rarement buissons) des sols riches, souvent basiques.

Ordre : *Quercetalia pubescentis*. Alliances : *Quercion pubescentis-sessiliflorae*, *Berberidion*.

Ordre : *Fagetalia*. Alliances : *Fagion*, *Fraxino-Carpinion*.

Ordre : *Populetalia albae*. Alliances : *Alneto-Ulmion*, *Populion albae* (surtout méditerranéen).

C. — UNITES PHYTOSOCIOLOGIQUES SUPERIEURES
DES HAUTES MONTAGNES
(ALPES, PYRENEES, JURA, AUVERGNE)

1° — Classe *Asplenietea rupestris*
(Groupements des fentes de rochers)

Groupements pauvres en espèces cramponnées dans les fissures des rochers calcaires et siliceux.

Ordre : *Potentilletalia caulescentis*. Alliances : *Saxifragion mediae* (Pyr.), *Potentillion caulescentis* (Alpes, Jura, Plateau central).

Ordre : *Androsacetalia Vandellii*. Alliance : *Androsacion Vandellii* (Alpes, Pyr.).

2. — Classe *Thlaspeetea rotundifolii*
(Groupements des alluvions pierreuses,
des éboulis mouvants et pierriers)

Groupements initiaux très répandus dans les hautes montagnes de l'Europe moyenne et méridionale occupant les pentes en éboulis peu stables ou glissantes et les graviers au bord des torrents et des rivières.

Ordre : *Thlaspeetalia rotundifolii*. Alliances : *Iberidion spathulatae* (Pyr.), *Thalspeion rotundifolii* (Alpes, Jura), *Stipion calamagrostidis* (Alpes, Jura, Plateau central, Pyrénées).

Ordre : *Androsacetalia alpinae*. Alliances : *Senecion leucophyllae* (Pyr., Alpes), *Androsacion alpinae* (Alpes).

Ordre : *Myricarietalia*. Alliances : *Epilobion Fleischeri* (Alpes).

3. — Classe *Rudereto-Secalinetea*
(Groupements anthropo-zoogènes)

Reposoirs de troupeaux et de quadrupèdes sauvages, riches en sels ammoniacaux. Les derniers champs de seigle et de pommes de terre ne dépassent pas dans les Alpes et les Pyrénées 2.200 m. (v. Groupements planitiaires).

Ordre : *Onopordetalia*. Alliance : *Chenopodion subalpinum* (Alpes, Pyr., Basses montagnes).

4. — Classe *Salicetea herbaceae*
(Groupements des combes à neige)

Associations d'espèces de très petite taille supportant une longue durée de l'enneigement et se développant en partie sous la neige.

Ordre : *Arabidetalia coeruleae*. Alliance : *Arabidion coeruleae* (Alpes, Pyr.).

Ordre : *Salicetalia herbaceae*. Alliance : *Salicion herbaceae* (Alpes, Pyrénées).

5. — Classe *Litorelletea*
(Groupements submergés)

Groupements habitant les grèves des lacs et des étangs peu profonds d'eau claire et fraîche, pauvres en sels nutritifs.

Ordre : *Litorelletalia*. Alliance : *Litorellion* (Pyr., Monts Dore; Alpes, ici fragm. et appauvri).

6. — Classe *Montio-Cardaminetea*
(Groupements fontinaux)

Végétation des sources d'eau claire et fraîche à courant rapide.

Ordre : *Montio-Cardaminetalia*. Alliances : *Cardamineto-Montion* (Alpes, Pyr., Jura, Pl. cent., basses montagnes), *Cratoneurion commutatae* (Alpes, Pyr., Jura, basses montagnes calcaires).

7. — Classe *Arrhenatheretea*
(Prairies fauchées)

Associations des prairies grasses, amendées et fauchées, s'élevant jusqu'à la limite inférieure de l'étage alpin.

Ordre : *Arrhenatheretalia*. Alliance : *Trisetum-Polygonum bistortae* (Alpes, Jura, Vosges, Pl. cent., Pyr.).

8. — Classe *Scheuchzeriето-Caricetea fuscae*
(Bas marais à Laiches)

Groupements à Laiches des sols humides, tourbeux; importants atterrisseurs au bord des étangs.

Ordre : *Caricetalia fuscae*. Alliances : *Caricion fuscae* (Eur. moy., Alpes, Pyr.), *Caricion Davallianae* (Alpes, Jura, Plat. centr., Pyr., etc.), *Caricion bicoloris-atrofuscae* (Alpes), Sous-Alliance : *Caricion incurvae* (Alpes).

9. — Classe *Festuco-Brometea*
(Pelouses sèches des vallées chaudes)

Groupements xériques pacagés, rarement fauchés, sur sous-sol calcaire ou siliceux, s'élevant jusqu'à la limite inférieure de l'étage alpin.

Ordre : *Brometalia*. Alliances : *Bromion* (Eur. moy. et occ., Alpes, Pyr.), Sous-Alliance : *Mesobromion*, Sous-Alliance : *Xerobromion*, *Sedo-Scleranthion* (Alpes, Pyr.), Sous-alliance : *Sempervivo-Scleranthion*, Sous-alliance : *Sedum albae*.

Ordre : *Festucetalia vallesiacaе*. Alliance : *Astragalo-Polygonum concinnae* (Alpes occ.).

10. — Classe *Elyno-Seslerietea*
(Pelouses calcicoles orophiles et nordiques)

Pelouses neutro-basophiles sèches et fraîches (initiales et transitoires) sur sol calcaire, très répandues dans l'étage alpin, moins fréquentes dans l'étage subalpin, rares dans l'étage montagnard.

Ordre : *Seslerietalia coeruleae*. Alliances : *Festucion scopariae* (Pyr.), *Seslerion coeruleae* (Alpes, Jura, Causses), *Caricion ferrugineae* (Alpes, Jura), *Primulion intricatae* (Pyr.), *Oxytropo-Elynion* (Pyr., Alpes).

II. — Classe *Caricetea curvulae*
(Pelouses orophiles sèches des sols acides)

Associations prairiales acidophiles sèches des sols décalcifiés acides aux étages alpins et (plus rarement) subalpins. Constituent souvent le Climax.

Ordre : *Caricetalia curvulae*. Alliances : *Caricion curvulae* (Alpes), *Festucion variae* (Alpes), *Nardion* (Alpes, Pyr. moy. et basses mont., *Festucion eskiae* (Pyr., Alpes mér., Auvergne), *Festucion supinae* (Pyr.), *Calamagrostidion atlanticum* (Plateau central).

12. — Classe *Betulo-Adenostyletea*
(Mégaphorbiées)

Associations luxuriantes à hautes herbes des sols frais et riches en nitrates avec ou sans strate arbustive.

Ordre : *Adenostyletalia*. Alliances : *Adenostylion* (Alpes, Jura, Vosges, Plat. centr., Pyr.), *Salicion pentandrae* (Alpes, Pyrénées, Jura, Plateau central).

13. — Classe *Oxycocco-Sphagnetea*
(Marais bombés à Sphaignes)

Associations acidophiles formant coussins dans les tourbières oligotrophes, pauvres en matières nutritives, principalement constituées par des espèces du genre *Sphagnum* et des Ericacées.

Ordre : *Ledetalia palustris*. Alliance : *Sphagnion fusci* (Alpes, Jura, Vosges, Plateau central, Pyr. fragm.).

14. — Classe *Vaccinio-Piceetea*
(Landes et forêts de Conifères acidophiles)

Associations subalpines à Conifères, landes à Ericacées et Genistées acidophiles; forêts clairiérées et landes souvent inexorablement liées.

Ordre : *Vaccinio-Piceetalia*. Alliances : *Pineto-Ericion* (Alpes), *Vaccinio-Piceion*, Sous-Alliance : *Abieto-Piceion*, Sous-Alliance : *Rhodoreto-Vaccinion* (Alpes, Jura, Pyr., Auv.), *Loiseleurieto - Vaccinion* (Alpes, Pyr.), *Juniperion nanae* (Alpes, Pyr., Jura, Auv.).

III. — Instructions pour l'exécution technique des cartes

Nous donnons ici quelques instructions à nos Collaborateurs, afin de faciliter leur travail et d'uniformiser les méthodes. Ces instructions n'ont pas un caractère d'obligation; il est cependant recommandé à nos Collaborateurs de s'en écarter le moins possible, et seulement lorsqu'ils le jugeront indispensable. Les modifications envisagées seront soumises au Directeur technique du Centre de Montpellier, ce Centre ayant notamment pour but de coordonner les travaux, afin d'assurer à l'ensemble le plus d'homogénéité possible.

A. — PRINCIPES GENERAUX

Conformément au vœu adopté au VI^e Congrès International de Botanique, tenu à Amsterdam en 1935, il convient d'adopter des teintes voisines pour représenter des groupements phytosociologiquement voisins. Les *associations* étant groupées d'après leurs analogies floristico-écologiques en *alliances*, ces dernières en *ordres*, ceux-ci en *classes*..., il est facile de satisfaire à ce vœu.

A chaque *ordre* est, en principe, attribué une couleur. Les *alliances* de cet ordre sont représentées par la même couleur, mais par des teintes plus ou moins foncées (1). La teinte la plus foncée est attribuée à l'alliance couvrant la surface la plus faible, ce qui permet de mettre en évidence des groupements de très faible étendue, comme parfois le Deschampsietum mediae ou l'Isoetion, et qui seraient peu apparents sur la carte avec des teintes claires — ou aux groupements les plus rapprochés du climax : le Quercetum ilicis sera représenté, par exemple, par un vert plus foncé que le Quercetum cocciferae.

Dans chaque *alliance*, les *associations* sont distinguées, en principe, par des signes en noir superposés à la teinte de l'alliance. Pour la clarté de la carte, il convient de limiter l'em-

(1) Pour diminuer le prix de revient des cartes on pourra obtenir les teintes dégradées par l'emploi de grisés et de grains de résine.

ploi de ces signes et de les choisir aussi discrets que possible : le relief de fond de la carte (notamment nom des lieux et courbes de niveau) doit rester lisible (1).

Lorsque l'alliance ne comporte qu'une association, celle-ci garde la teinte de l'alliance sans signe noir superposé. Lorsque l'alliance comporte plusieurs associations, la plus importante, ou celle qui couvre la plus grande surface, est représentée sans signe noir superposé, comme ci-dessus; les autres sont distinguées par la superposition de signes noirs : *points, traits interrompus verticaux, horizontaux, obliques, ronds, accents circonflexes, etc...*; les *traits noirs continus* seront réservés pour des associations couvrant de faibles étendues et qui seront, ainsi, plus visibles sur les cartes. Ces prescriptions relatives aux signes noirs, désignant les associations, sont déterminées par le souci de conserver aux cartes le maximum de clarté compatible avec la multiplicité des détails à figurer.

Lorsque des confusions seraient possibles entre les teintes voisines, on peut superposer, comme sur les cartes géologiques, des *lettres droites* tirées du nom de l'association à distinguer : Q. i., pour le Quercetum ilicis, Q. c., pour le Quercetum cocci-ferae par exemple.

Les *sous-associations* peuvent être représentées par une densité plus grande du signe représentant l'association à laquelle elles se rattachent, par un signe distinct comme une association indépendante, ou par la première lettre miniscule tirée du nom de la sous-association.

Les faciès peuvent être délimités par des pointillés ou indiqués par des lettres majuscules : ainsi *T* ou *I* représenteront les faciès à *Thymus vulgaris* ou à *Iris chamaeiris* du *Brachypodium ramosi*.

Lorsque la teinte de l'alliance ou de l'ordre est très foncée (Asplenetea) et que les signes noirs superposés seraient peu visibles, on pourra laisser ces signes en blanc se détachant sur le fond coloré; au besoin, points, traits interrompus ou conti-

(1) On utilisera de préférence, comme fond, les belles éditions du 1/20.000 en trois couleurs éditées par l'Institut National de Géographie: *bleu* (cours d'eau, marais), *bistre* (courbes de niveau), *noir* (routes, noms de lieux). Il y aura intérêt, afin d'éviter des surcharges et des confusions possibles, à faire supprimer le tirage en noir, les indications botaniques figurant sur les cartes éditées par l'I. N. G. (arbres, broussailles, vergers); ces signes seront remplacés, s'il y a lieu, par ceux dont il est question dans le § C. p. 38.

nus, etc., seront plus épais que lorsqu'ils sont imprimés en noir (1).

N. B. — Les principes les meilleurs appliqués d'une façon trop rigide, peuvent aller à l'encontre du but essentiel à atteindre : obtenir une carte aussi claire que possible. Lorsqu'il y aura intérêt à séparer nettement deux associations d'une même alliance (*Quercetum ilicis* et *Quercetum cocciferae*, par exemple), on pourra donner à ces deux associations des teintes plus ou moins foncées de la même couleur, comme s'il s'agissait d'alliances distinctes d'un même ordre : le *Quercetum ilicis* est ainsi représenté en vert foncé, le *Quercetum cocciferae* en vert plus clair, alors que, faisant partie de la même alliance (*Quercion ilicis*), ils devraient être représentés par la même teinte. Exceptionnellement, il peut en être usé de même pour figurer une sous-association importante, comme, par exemple, la sous-association à *Quercus suber* du *Quercetum ilicis*. Il convient cependant d'user le moins possible de cette latitude, car il ne faut pas perdre de vue que, si l'idéal serait de représenter chaque association par une teinte distincte, le prix de revient de la carte est toujours limitatif.

Pour la même raison, il est possible de représenter, par une même teinte, des groupements peu étendus formant un complexe d'associations se répétant plus ou moins fréquemment : associations des combes à neige, des petites tourbières à sphaignes, de l'Ammophilion des dunes. Les groupements de faible surface pourront être indiqués par un point de la couleur du groupement, par un chiffre ou tout autre signe conventionnel.

B. — CHOIX DES COULEURS

Exemple : *les groupements végétaux méditerranéens.*

La végétation méditerranéenne française comporte actuellement une centaine d'associations groupées en 19 classes, 30 ordres et env. 50 alliances. Il ne semble pas que les travaux futurs soient susceptibles de modifier beaucoup ces chiffres, au moins en ce qui concerne les alliances et les ordres. Pour l'attribution des couleurs, nous proposons de répartir les 30 ordres en trois groupes.

(1) Dans les régions montagneuses où les courbes de niveau sont très rapprochées, on allègerait les cartes en figurant les couleurs suivant les courbes de niveau seulement et non en teintes plates continues — procédé inédit employé par le forestier suisse E. CAMPBELL pour une carte du Parc National Suisse.

GROUPE I. — Groupements des rochers à éboulis.

Les stations qu'ils occupent sont souvent reliées entre elles par des lignes importantes du relief qu'il convient de faire ressortir. Nous proposons, pour les groupements de ce type, les *noirs* dont il existe une gamme suffisante: (noir-rouge, noir-bleu, noir-violet, etc...) pour éviter des confusions avec d'autres teintes. Ces couleurs foncées masqueront certainement le fond de la carte, mais, comme il s'agit le plus souvent de falaises, les surfaces ainsi couvertes seront très généralement allongées et étroites de sorte que cet inconvénient sera de faible importance et compensé par l'avantage de la mise en évidence du relief.

GROUPE II. — Les associations rudéro-ségétales.

Sur une carte au 1 : 20.000^e les zones cultivées, expression de l'action destructive maximum de l'Homme sur la végétation naturelle, doivent se distinguer nettement des zones de végétation sauvage; agronomes et forestiers pourront ainsi avoir une vue d'ensemble rapide de leurs domaines respectifs. Nous proposons les *gris* ou *olives* pour la figuration des associations des cultures.

Nos cartes doivent pouvoir donner un aperçu général sur la nature des principales cultures de la région étudiée et des associations qui les accompagnent. Les plans directeurs servant de fond à nos cartes représentent par des signes spéciaux les vignes, les vergers, les cultures maraîchères, les prairies, les terres soumises à des cultures alternantes étant laissées en blanc. Lorsqu'il y aura intérêt à préciser davantage, des signes en noir représentant diverses espèces cultivées pourront être employés.

Tous détails utiles seront d'ailleurs donnés dans la notice qui accompagne la carte. Les associations ou sous-associations de mauvaises herbes sont indiquées par des lettres tirées des associations en question : Cy, par exemple, pour l'association à *Cynodon dactylon* et *Xanthium orientale*. Si l'on veut distinguer plus nettement ces groupements, on utilisera des *gris* ou *olives* plus ou moins clairs.

GROUPE III.

Dans ce groupe sont classés tous les autres groupements dans l'ordre de progression sociologique, tel qu'il a été défini par M. BRAUN-BLANQUET, notamment en 1931 (Rapport sur

l'activité de la S.I.G.M.A.), et dans la première partie des présentes instructions.

L'attribution des couleurs aux diverses unités phytosociologiques de ce groupe est conforme à certains usages suivis par la majorité des cartographes botanistes et qu'il n'y a pas d'intérêt majeur à changer : ainsi les bleus et violets sont réservés aux prairies plus ou moins hygrophiles et aux associations aquatiques, les rouges, orangés et jaunes, aux prairies et groupements xériques, les verts aux forêts.

On peut remarquer que cette distribution de couleurs cadre en gros avec une xéricité décroissante du rouge au violet sans que ce principe puisse d'ailleurs être appliqué d'une façon trop rigide.

Nous réservons les *bistres* pour les groupements du littoral maritime qui constituent un type très spécial de végétation, tout en laissant dans les violets des groupements halophiles ou saumâtres tels que les *Zosteretalia* qu'il n'est pas possible de séparer des *Potametalia*.

REMARQUES :

1° Dans le cas où une feuille entière serait occupée par une même couleur, l'auteur pourrait prendre plus de latitude dans le choix des couleurs en s'écartant toutefois aussi peu que possible des règles exposées ci-dessus ; dans une région très cultivée, par exemple, où tout serait en gris, on pourrait adopter des gris légèrement jaunes, verdâtres ou bleuâtres pour distinguer les divers groupements cultureux ou types de culture.

2° L'ordre sociologique adopté part des associations les plus simples pour aller jusqu'aux groupements complexes que sont les forêts placées en fin de liste. On peut remarquer que cet ordre coïncide, dans l'ensemble, avec une complication croissante des facteurs constituant le milieu naturel des groupements distingués :

Facteur sous-sol déterminant : Associations rupestres et des éboulis ; *Ammophiletalia*.

Facteur eau déterminant : *Potametalia*, *Isoetalia*, *Phragmitetalia*.

Facteur sel déterminant : *Salicornietalia*, *Juncetalia maritimi*.

Facteurs complexes :

a) Eau et sel déterminants : Crithmo-Staticetalia.

b) Eau et sol déterminants : Brometalia, Holoschoenetalia, Arrhenatheretalia, Thero-Brachypodetalia, Helianthemetalia Lavanduletalia, Rosmarinetalia.

Facteurs climatiques déterminants :

Ononidetalia, Populetalia, Fagetalia, Quercetalia pubescentis et Quercetalia ilicis.

C. — CHOIX DES SIGNES

A côté de ceux que nous utilisons pour distinguer les diverses associations d'une même alliance (voir plus haut), il est possible de représenter certains espèces par des signes individuels.

Les forestiers, par exemple, désirent connaître la répartition de certains arbres dominants des forêts : Hêtre, Chêne vert, Chêne pubescent, Pins, etc... Une couleur représentant la Hêtraie, la Chênaie du Chêne vert ou celle du Chêne pubescent, il n'y a pas lieu, là où ces forêts existent, de superposer aux couleurs correspondantes des signes représentant individuellement le Hêtre, le Chêne vert ou le Chêne pubescent. Mais, en dehors de la Hêtraie, par exemple, il est intéressant de figurer des Hêtres isolés, vestiges de Hêtraies autrefois plus étendues ou pionniers indiquant une possibilité d'extension des Hêtraies actuelles. Un signe spécial, représentant le Hêtre, devient alors utile.

D'autre part, il n'y a pas d'associations spéciales au Pin d'Alep ou au Pin sylvestre. Cependant il y a des forêts de Pin d'Alep recouvrant indifféremment des taillis de Chênes verts, des garrigues à Romarin ou à *Quercus coccifera* ou même divers types de pelouses xérophiles; il y a aussi des forêts de Pin sylvestre recouvrant indifféremment des sous-bois de forêts de Chêne pubescent, des lavandaies à *Lavandula vera*, des pelouses diverses. Ces forêts de résineux ne correspondent pas à des associations distinctes; elles montrent par leurs sous-bois très différents qu'elles correspondent à des conditions écologiques beaucoup moins précises que les associations végétales que nous distinguons et ne sont pas figurées sur nos cartes par une teinte spéciale. Pour les forestiers, et pour mieux rendre compte de la physionomie des groupements végétaux, il y a intérêt à figurer par des signes particuliers le Pin d'Alep et le Pin sylvestre, ces signes se détachant en noir sur

la couleur figurant l'association au-dessus de laquelle ces arbres forment des peuplements aux points considérés.

Notons, en passant, que sur une carte — comme, à notre avis dans la description des peuplements végétaux — la *physiologie* des groupements doit être subordonnée à leur *composition floristique*. Supposons, en effet, qu'une couleur particulière représente les bois de Pin d'Alep ou ceux de Pin sylvestre. Qu'un incendie détruise ces bois (éventualité de plus en plus fréquente en région méditerranéenne) : la carte est à refaire pour toute la région sinistrée, car la forêt ne sera pas rétablie avant une trentaine d'années au moins et à condition que, pendant ce long laps de temps, l'incendie ne ravage pas à nouveau la région.

L'association résiste beaucoup mieux à l'incendie : le *Quercetum ilicis*, le *Quercetum cocciferae*, le *Brachypodietum ramosi*, reparaissent dès l'année qui suit l'incendie, et la carte où la répartition de ces associations est représentée par des couleurs correspondantes est toujours exacte, à peu de changements près. Ce n'est qu'après de nombreux incendies que ces associations finissent par disparaître, car l'association représente par définition même une certaine stabilité, ce qui la distingue des groupements végétaux fortuits ou accidentels, généralement fugitifs et transitoires.

En dehors des essences forestières, certaines espèces peuvent mériter d'être figurées : plantes médicinales, espèces rares ayant un caractère historique ou géologique (*Cirsium Casa-bonae* des Iles d'Hyères), économiques (plantes à cellulose : Canne de Provence) etc... Il est encore utile et possible de figurer ces espèces par un signe en noir individuel. Les signes en couleur sont à éliminer, parce que cette couleur est fonction de la teinte de fond sur laquelle le signe doit figurer et qu'elle est de ce fait essentiellement variable. On peut adopter des signes rappelant plus ou moins le port ou la forme de l'espèce : ronds, triangles, demi-cercles, etc... les arbres seront figurés avec un tronc; les arbustes avec un tronc plus court, les plantes basses sans tronc, etc.. On trouve de nombreux signes de ce genre dans les travaux de cartographes suisses, scandinaves, allemands, etc. Les collaborateurs du 20.000^e trouveront d'ailleurs cette gamme très étendue de signes génériques et spécifiques dans les instructions rédigées pour le 200.000^e par M. GAUSSEN et acceptée par la Commission de la Carte (voir le tableau complet des signes dans la pochette du présent fascicule).

Le choix des signes s'appuie sur un principe logique : donner des signes voisins à des espèces voisines, de même que nous avons attribué des couleurs voisines aux groupements affines.

Ainsi, le genre *Quercus* étant figuré par un triangle porté par une droite figurant le tronc, toutes les espèces de Chênes seront représentées par ce signe et distinguées entre elles par des triangles noirs, blancs, demi-noirs, etc.

Cependant, les instructions relatives aux signes génériques et spécifiques — comme d'ailleurs celles relatives à l'emploi des couleurs — sont avant tout des *recommandations*. Sans doute, convient-il de s'en écarter le moins possible (les cartes doivent pouvoir se raccorder, au moins pour des régions voisines), mais les auteurs doivent pouvoir s'en écarter un peu, lorsqu'ils ont avantage à le faire pour la clarté de la carte. Pour le 1 : 20.000^e nous aurons rarement à figurer plus de deux ou trois espèces de Chênes ou de Pins sur une même feuille, mais il importe de bien distinguer, en Provence, par exemple, le Chêne vert et le Chêne pubescent, le Pin d'Alep et le Pin sylvestre dont l'écologie et la répartition sont bien différentes. Tout en gardant, pour ces espèces, le signe générique proposé par M. GAUSSEN, on choisira, parmi les signes spécifiques, ceux qui sont le plus distincts, par exemple : triangle blanc pour le Chêne vert, triangle noir pour le Chêne pubescent. Les instructions relatives à l'emploi des signes comme à l'emploi des couleurs envisagent un maximum de possibilités; elles tracent un cadre général à l'intérieur duquel les auteurs doivent pouvoir garder une certaine liberté de mouvements.

Mais, en règle générale, *le nombre d'espèces représentées individuellement sur des cartes doit être aussi limité que possible*, sinon, la carte devient illisible.

D. — MELANGES

STADES DE REGRESSION OU DE DEGRADATION, STADES INITIAUX

Les associations végétales correspondent à des ensembles de conditions écologiques déterminées. Le fait qu'elles s'observent souvent sur un territoire donné, montre que ces complexes écologiques sont fréquemment réalisés sur ce territoire (certaines associations peuvent être rares; elles correspondent à des complexes écologiques rarement réalisés, mais qui n'en sont pas moins nettement définis par un ou plusieurs facteurs déterminants). Mais, à côté de ces complexes de plus grande fréquence, nettement définis, il en est d'autres, plus ou moins hétérogènes et variables, n'entrant dans aucune association végétale bien définie. Ailleurs, une association ne sera repré-

sentée que par ses stades initiaux ou par ses stades de dégradation. Comment figurer ces groupements sur des cartes ?

On peut les rattacher à l'association dont ils dépendent ou dont ils se rapprochent le plus; c'est le procédé qui a été employé pour les cartes au 1 : 50.000^e des environs de Marseille; la carte est simplifiée, et l'erreur d'indication n'est pas considérable. A l'échelle de 1 : 20.000^e, la réalité peut être serrée de plus près, et les types précédents de groupements peuvent être représentés.

1° *MELANGES*. — A des conditions écologiques mixtes entre deux associations peuvent correspondre des groupements mixtes, mélanges des espèces de ces deux associations; ces mélanges peuvent être figurés par une alternance de bandes verticales assez larges aux couleurs des deux associations mélangées.

2° *MOSAQUES*. — Sur la chaîne de la Nerthe, près de Marseille, par exemple, le *Quercetum cocciferae* régresse au profit du *Rosmarino-Ericion* plus xérique. On voit alors, sur un fond de végétation déjà formé par le *Rosmarino-Ericion*, des taches circulaires ou elliptiques nombreuses formées par le *Quercetum cocciferae*. Les deux associations ne se mélangent pas, mais se juxtaposent d'une telle façon que tout essai de figuration exacte est illusoire. Nous figurons un tel damier ou mosaïque par des ronds de la couleur affectée au *Quercetum cocciferae* sur un fond constitué par la couleur affectée au *Rosmarino-Ericion*. Si l'association dominante était au contraire le *Quercetum cocciferae*, nous figurerions des ronds de la couleur du *Rosmarino-Ericion* se détachant sur la couleur du *Quercetum cocciferae*. Cette façon de représenter les mosaïques se recommande en particulier, lorsque la mosaïque est due aux variations constantes et régulières des facteurs édaphiques, dans les tourbières à Sphaignes par exemple.

3° *STADES INITIAUX*. — L'installation du *Brachypodium phoenicoidis* par exemple, est précédée de stades initiaux à Graminées surtout annuelles.

Ces stades initiaux sont figurés par des bandes verticales étroites de la couleur affectée à l'association. Il ne peut y avoir confusion avec les mélanges figurés comme il est indiqué ci-dessus, puisque ces derniers comportent des bandes alternées de couleur différente et d'ailleurs plus larges que pour les stades initiaux.

4° *STADES DE REGRESSION OU DE DEGRADATION* — Sur des pentes marneuses occupées, par exemple, normalement par le *Rosmarinon*, l'érosion peut avoir dégradé plus

ou moins profondément le groupement qui n'est plus représenté que par quelques espèces particulièrement résistantes sur un sol très appauvri. Ces stades pourront être représentés par des bandes horizontales de la couleur de l'association à laquelle ils se rattachent.

E. — LEGENDE ET NOTICES EXPLICATIVES

Pour être d'utilisation vraiment pratique, une carte doit se suffire; les cartes géologiques au 1 : 80.000°, munies latéralement de leur notice explicative, sont beaucoup plus pratiques que les cartes au 1 : 50.000° dont la notice fait l'objet d'un opuscule indépendant. Les feuilles au 1 : 20.000° de l'I.N.G. comprennent chacune 8 coupures; les cartes phytosociologiques seront, en principe, établies sur deux de ces coupures, soit quatre cartes phytosociologiques par feuille de 1 : 20.000° de l'I.N.G. Ainsi comprises, nos cartes mesureront 50 × 73 cm. ce qui laisse, sur les côtés, une marge assez importante pour une notice comportant: la diagnose floristique des associations figurées, quelques renseignements relatifs à leur écologie et leur évolution, la légende des signes spécifiques utilisés, et les renseignements d'ordre pédologique, agronomique, économique, forestier.

IV. — NOTE DE LA DIRECTION

Le Directeur de la Carte prie MM. les Collaborateurs :

1) de récolter toutes les espèces critiques, polymorphes intéressantes à un titre quelconque, rencontrées au cours de leurs relevés, de façon à contribuer à la formation, à Montpellier, d'un herbier général de ces espèces pour la France. Les frais d'envoi seront remboursés.

2) de prêter à la fin de chaque campagne leurs relevés, et éventuellement tous autres documents, à la Direction de la Carte, afin que ces documents y soient copiés pour trouver place dans les Archives.

3) de remettre à la Direction un exemplaire mis au net des Cartes dressées.

La feuille de la Carte des Groupements végétaux est formée de deux coupures de la feuille au 20.000^e de l'I.N.G. Pour des régions très difficiles, d'une élaboration lente, des demi feuilles pourront être remises.

4) d'adresser à la fin de la campagne un rapport au Directeur.

5) de se procurer eux-mêmes à l'Institut National Géographique, rue de Grenelle, Paris, les fonds de cartes nécessaires ainsi que les crayons de couleur. Ces dépenses leur seront remboursées.

6) de correspondre *directement* avec M. le Directeur technique de la Carte, M. BRAUN-BLANQUET, Directeur de la Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, Chemin du Pioch du Boutonnet, Montpellier, pour tout ce qui concerne les questions *techniques*, et de s'adresser au Directeur de la Carte, M. EMBERGER, pour les questions générales et administratives.

*
**

Les indemnités mises à la disposition de MM. les Collaborateurs sont, en principe, mandatées à la réception du travail à la fin de chaque campagne, mais le Directeur pourra donner des acomptes, lorsque les sommes à déboursier atteignent une

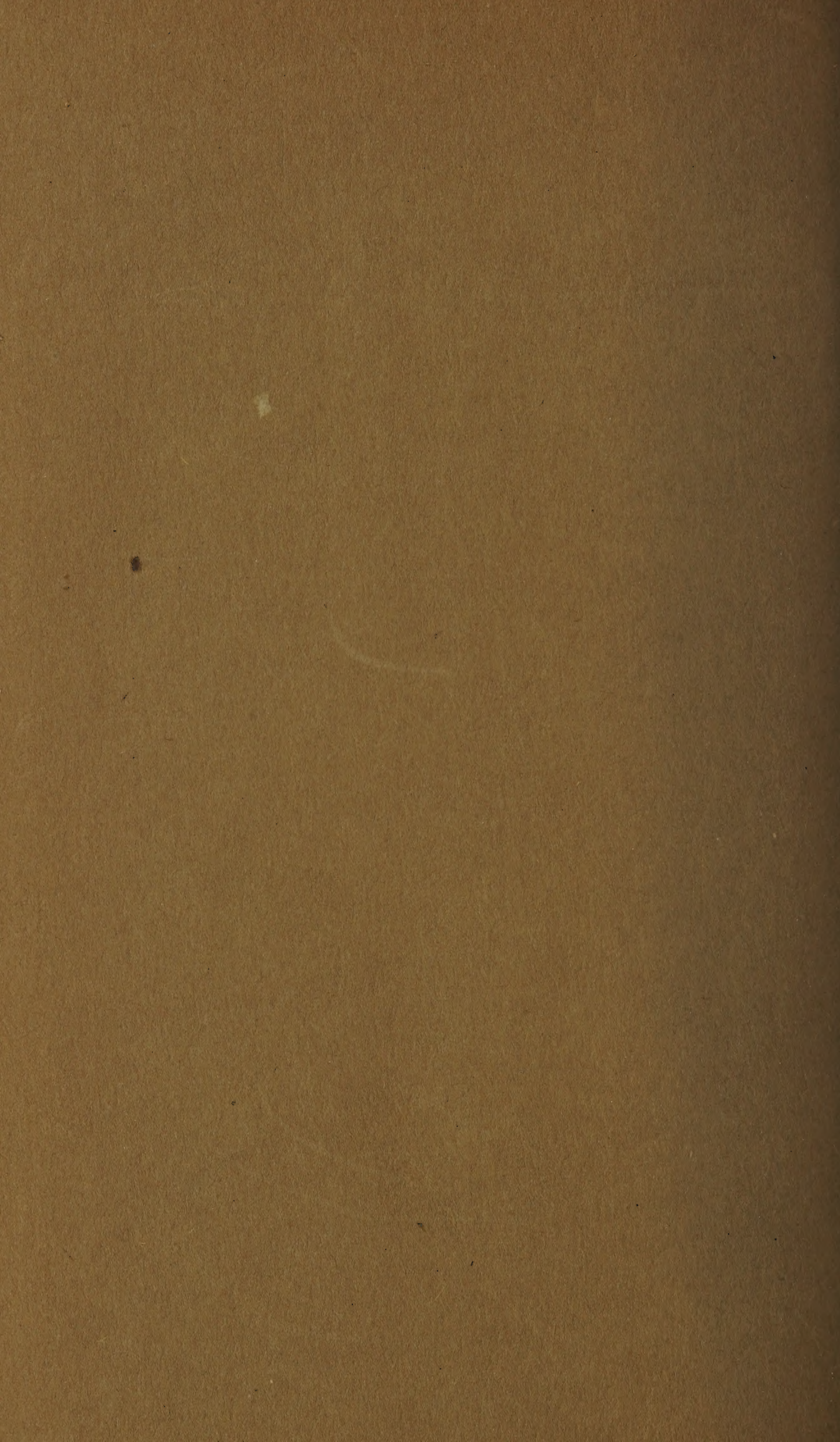
certaine importance. Le paiement a lieu sur présentation d'un état indiquant les dépenses faites suivant un modèle qui sera donné.

La Direction espère organiser à Montpellier une réunion annuelle des Collaborateurs au cours de laquelle les échanges de vue les plus utiles pourraient avoir lieu. Elle recevra avec reconnaissance toute suggestion pour assurer le succès de cette grande entreprise dont l'importance économique et scientifique ne saurait être sous-estimée.

TABLE DES MATIÈRES

I. — <i>La Carte des Groupements Végétaux de France entreprise par le C.N.R.S. et son intérêt pour le pays</i> , par L. EMBERGER.	7
A) <i>Introduction.</i>	
B) <i>Exposé général.</i>	
C) <i>Quelques exemples précis montrant l'importance pratique de la Carte des Groupements Végétaux.</i>	
II. — <i>Les groupements végétaux supérieurs de la France</i> , par J. BRAUN-BLANQUET	19
III. — <i>Instructions pour l'exécution technique des cartes</i> , par R. MOLINIER.	33
A) <i>Principes généraux.</i>	
B) <i>Choix des couleurs.</i>	
C) <i>Choix des signes.</i>	
D) <i>Mélanges, stades de dégradation, stades initiaux.</i>	
E) <i>Légende et notices explicatives.</i>	
IV. — <i>Note de la Direction</i>	43

C A U S S E
G R A I L L E
C A S T E L N A U
Imprimeurs Editeurs
M O N T P E L L I E R



G. DENIZOT

Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de Montpellier

LA
COSTIERE NIMOISE

NIMES

1947

G. DENIZOT

Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de Montpellier

LA
COSTIERE NIMOISE

NIMES

1947

BIBLIOGRAPHIE

- Em. DUMAS. — Statistique géologique du Gard, 1871-77.
- F. FONTANNES. — Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon, 1879-82.
- Ch. DEPERET. — Bassins tertiaires du Rhône. Livret XII du VIII^e Congrès géol. intern., 1900.
- L. COLLOT. — Pliocène et Quaternaire de la région du Bas-Rhône. B S G F 4-IV p. 401, 1904.
- F. ROMAN. — Nouvelles observations sur les cailloutis fluviales. *Soc. Lin. Lyon* LXXI p. 59, 1925.
- P. MARCELIN. — La Garrigue nimoise. *Etudes rhodan.* II, 1926.
- G. DENIZOT. — Note sur l'extension des cailloutis pliocènes. B S G F 5-IV p. 613, 1935. — Cycle pliocène. *Ass. Géogr. franç.* No 106, 1937. — La Crau, la Camargue et l'Etang de Berre, I^{re} partie, *Anc. Fac. Sc. Marseille* XI-I, 1938.
-

LA COSTIÈRE NIMOISE

par

G. DENIZOT

Au pays de Nîmes, on désigne comme Costière le territoire, large d'une dizaine de kilomètres et s'allongeant vers le sud-ouest, qui dessine un gradin entre la Camargue, de formation quaternaire récente, et la Garrigue constituée des assises du Crétacé inférieur. A l'amont notre Costière s'arrête sur le coteau surmontant le Gard. A l'aval, après une surélévation locale à Générac, côtes 144 et 133 mètres, le terrain s'abaisse au niveau des marais littoraux, puis passe sous ces marais à Aigues-Mortes. La Costière nimoise fait pendant à la Cousti  re de Crau, de part et d'autre du delta du Rhône.

Les raisons tectoniques de cette disposition sont apparentes. Le rebord des Garrigues, très simplement tracé sans être en fait rectiligne, se ramène à une grande flexure : c'est un élément de l'étroit faisceau d'accidents similaires qui se suivent sur près de 120 kilomètres, depuis Roquemaure vers le sud-ouest jusqu'à Sète. Ici les bancs marno-calcaires du Néocomien et du Barrémien éprouvent, sur ce rebord, un brusque plongement d'ensemble au sud-est, avec cassure des bancs plus rigides et bien entendu sans préjudice des accidents de détail qui peuvent localement affecter les pendages. Une faille avec miroir, à Nîmes, longe la route de Montpellier avant le passage sous la voie ferrée. Une autre, à Sernhac, est connue pour avoir brisé le Miocène.

Or ce dernier terrain, visible de ce côté et vers Beaucaire, constitue sans doute le tréfonds de toute la Costière. Un sondage a été exécuté en Mars 1942 à la Chocolaterie de Nîmes, sur la droite de la route de Montpellier à 600 mètres au-delà du passage précité : il a rencontré sous 11 mètres de sable pliocène l'assise à *Pecten Gentoni* et la marne argileuse à faciès « schlier », c'est-à-dire le Miocène moyen classique.

P. MARCELIN m'avait d'ailleurs communiqué l'observation de Miocène à l'entrée du Camp d'Aviation ; il avait en outre trouvé des débris remaniés dans l'éboulis de Marguerittes.

Le même Miocène, en amont et en aval, remplit les bassins de Sommières et d'Uzès, qui sont reliés par des lambeaux dans la dépression à l'ouest des Garrigues. Le massif infracrétacique est donc complètement entouré, et l'on admet d'habitude qu'il fût recouvert, du moins par une partie de la formation ; que celle-ci a été par la suite déblayée par l'érosion. Il est en tous cas certains que l'accident bordier des Garrigues est postérieur à l'Oligocène, et sans doute n'a-t'il pas limité le Miocène : la déformation tectonique qui a créé le rebord des Garrigues, sous sa forme actuelle, apparaît consécutive au Miocène moyen.

Le Pliocène est au contraire en relations évidentes avec le relief actuel, il s'est accumulé dans les seules parties basses ; et l'arrêt de sa transgression sur la bordure est manifeste. La formation pliocène, qui dans son ensemble escorte la vallée du Rhône, quitte cependant cette vallée en dessus d'Avignon et passe vers l'ouest non à gauche, mais à droite du petit massif infracrétacique de Villeneuve : elle est ici contenue dans un fossé assez étroit, régulier, qui donne à première vue l'idée d'un effondrement. Le coteau infracrétacique de Rochefort, qui surmonte à droite le Pliocène de Pujaut, s'aligne bien avec celui de Nîmes. Mais l'effondrement, pour sa part essentielle, a joué avant le Pliocène : on voit le terme inférieur marin de ce Pliocène arrêté, en dessus de la côte 130, par le coteau que seul transgresse le cailloutis terminal. J'ai relevé une coupe significative en 1937, avec P. MARCELIN, au nord de Rochefort : elle montre bien sous la transgression du cailloutis, des perforations de lithophages, mais celles-ci sont miocènes et le terrain qui leur correspond est conservé par débris aux abords. Cependant, il faut noter un petit décalage du Pliocène supérieur au passage de laèvre relevée : soit un rejeu de quelques mètres du même accident.

Au travers de l'actuelle vallée du Gard, la dépression pliocène s'élargit parce que son bord gauche se dérobe, il oblique vers la vallée actuelle du Rhône et la traverse pour joindre le

revers des Alpilles. C'est seulement ici que le Rhône pliocène recevait son affluent, précurseur de la Durance. On s'accorde à penser que la trouée de Beaucaire, comme la dépression du Comtat, n'existaient pas au Pliocène, étant remplies des formations miocènes qui ont laissé des témoins enclavés dans la dépression.

On a beaucoup discuté sur les cailloutis qui surmontent en général le Pliocène marin, les uns facies de transport cou-

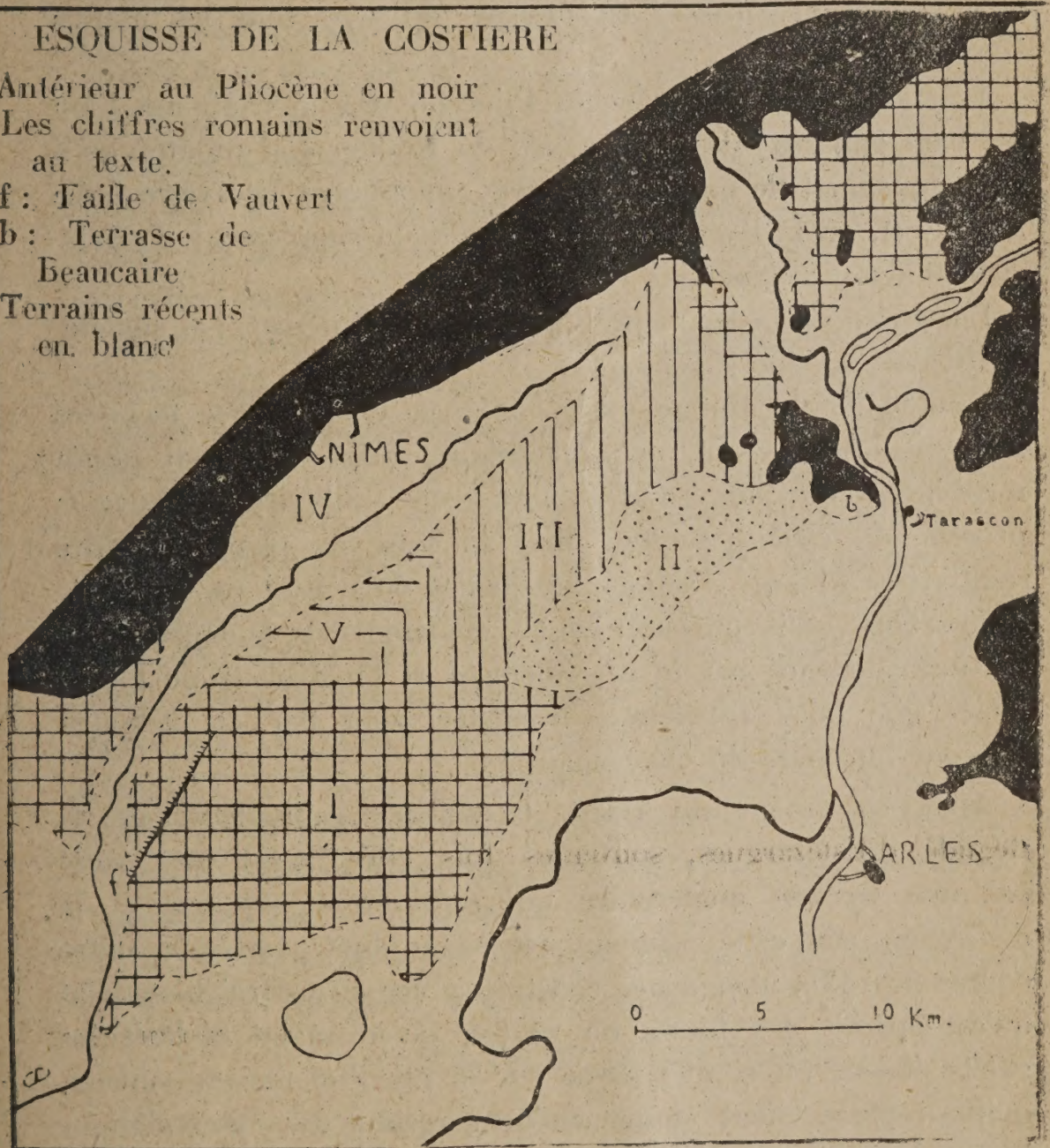
ESQUISSE DE LA COSTIERE

Antérieur au Pliocène en noir
Les chiffres romains renvoient
au texte.

f: Faille de Vauvert

b: Terrasse de
Beaucaire

Terrains récents
en blanc



ronnant le système, d'autres indépendants et revenant aux terrasses quaternaires. Cette discussion a été viciée, tant qu'on admettait comme un dogme le maintien de toutes ces formations sur leurs horizontales primitives, proposition qu'il n'est plus

maintenant besoin de refuter. Les mouvements qui, dès le début de la période, ont déterminé la répartition du Pliocène ne se sont pas arrêtés complètement ensuite, ils ont rejoué jusqu'à une date avancée du Quaternaire. D'où ce résultat que la surface topographique couronnant le Pliocène peut être admise en divers lieux à la côte 150-180, comme il a été proposé : mais elle a subi, des gauchissements, et notamment dans le sud de la région qui nous intéresse elle a été abaissée, jusqu'à passer en dessous de zéro sous les marais littoraux.

L'affaissement centripète du Pliocène vers le Golfe du Lion est bien apparent des deux côtés du Rhône. J'ai montré qu'il s'accompagnait de cassures radiales, notamment une vraie faille à Vauvert, où la lèvre occidentale subit un supplément d'affaissement d'une soixantaine de mètres.

En amont, à Ledenon près du creux de Lognac, j'ai signalé le Pliocène incliné à 40°

Sans doute le Rhône a-t'il laissé en Costière des terrasses intéressantes au cours du Quaternaire, mais elles sont plutôt restreintes. La plus grande partie des cailloutis affleurants procède du cycle pliocène. Mais sa mise en place définitive résulte très souvent d'actions auxquelles on n'avait pas accordé l'importance qu'il convient : c'est le remaniement, le déplacement à courte distance par le ruissellement et l'hydrographie locale, faciés que nous appellerons *rivulaire*, subi par ce cailloutis pliocène au cours du Quaternaire.

Ainsi en amont du Gard, la surface caillouteuse de la Bégude d'Estézargues, souventes fois citée, n'est en réalité pas une terrasse quaternaire qui serait vers 145 m ; et la discussion sur cette hauteur est sans objet. Lors de notre course de 1937, nous avons constaté, grâce au raffraîchissement qu'on opérait des fosses de routes, qu'en maint endroit les galets étaient un simple semis sur le pliocène moyen sableux, qu'ils représentaient simplement le résidu des intercalations incluses dans la partie supérieure détruite par l'érosion. Il en est de même pour les minces revêtements caillouteux sur le Pliocène marin de Thézières, où l'on a voulu voir toutes sortes de terrasses : ce ne sont que résidus laissés au cours

du creusement quaternaire, puis à leur tour façonnés par le progrès de ce creusement. On peut chercher leur liaison latérale à certaines terrasses vraies, mais non les assimiler à ces terrasses en leur demandant des précisions altimétriques.

Revenant à la Costière, nous trouvons dès l'abord des altitudes très inégales, descendant de près de 150 à moins de 50. Du temps que régnait la théorie des rigoureuses équidistances, à travers plaines et montagnes, on interprétait de façon bien simple : on découpait ce complexe en terrasses, suivant le système admis. A vrai dire les auteurs s'embarassaient peu d'aberrations de 10 et 20 mètres sur un système qui fixait ces équidistances à de moindre écarts. Un coup d'œil jeté sur la carte, malgré son insuffisance, une excursion même rapide à travers la Costière, font apparaître les défauts de cette conception.

Une remarque, pour terminer ces considérations préliminaires sur les cailloutis pliocènes. La succession des marnes plaisanciennes, sables astiens et cailloutis villafranchiens est un schéma très expressif. Mais il ne saurait être rigoureux, surtout en ce qui concerne la répartition des galets. Sans doute ceux-ci sont-ils, dans l'ensemble, de plus en plus abondants de bas en haut, mais c'est là une règle passible de bien des exceptions. Ainsi le Pliocène moyen de St-Gilles est complètement caillouteux, tandis que vers Estézargues le Pliocène supérieur l'est assez peu, à juger par la faible importance des cailloutis résiduels. A Bellegarde, comme l'a constaté P. MARCELLIN, il y a des récurrences de sable qui rendent les contours impossibles à petite échelle, si on les trace sur cette seule considération pétrographique.

La Costière peut se partager en plusieurs secteurs, que nous allons examiner successivement.

1. — COSTIÈRE DE GENERAC

C'est ici la partie la plus claire, sur laquelle nous ne croyons pas qu'il puisse subsister de désaccord : sauf si l'on s'obstinait à soutenir que notre Pliocène a conservé son horizontalité initiale. Dans l'ensemble de ce territoire, on voit bien la série, des marnes marines de base aux cailloutis

terminaux avec des horizons fossilifères. C'est un des plus beaux représentants du Pliocène.

La partie inférieure est une masse certainement épaisse de marne argileuse bleuâtre — en amont elle n'a pas moins de 200 mètres — qu'on suit d'ailleurs tout le long du talus de bordure en aval de Beaucaire : *Amussium cristatum* est signalé près de Beaucaire ; *Dentalium inaequale* et *Venus senilis* à Broussan. Un gisement très riche a été récemment découvert par P. MARCELIN entre Broussan et le Mas Briquet ; j'ai reconnu parmi les fossiles extraits :

Arca pectinata BR. ;

Leda fragilis CHEMN (*L. commutata* PHIL.) ;

Chlamys multistriata POLI. ;

C. scabrella LK. var. *bollenensis* MAY. ;

Ostrea lamellosa BROCCHI (C) ;

Anomia sp. ;

Cardium hians BR. ;

Venus islandicoides LK. (CC) ;

V. multilamella LK. et var *Boryi* DSH. (CC) ;

Dentalium delphinense FONT. ;

Natica millepunctata LK. ;

Turritella sp. ;

Murex imbricatus BROCCHI ;

M. craticulus L. ;

Nassa crypsigona FONT. (*N. transitens* BELL.) ;

Chenopus pespelecani L. ;

Balanus sp. ;

Beaucoup de ces fossiles sont brisés originellement dans le dépôt.

Par dessus vient l'assise moyenne marno-sableuse mais les faciés sont inégalement répartis : parfois le sable apparaît très tôt, comme à Bellegarde ; ailleurs on trouve plus haut les intercalations de marne jaune, où l'on a signalé des empreintes de feuilles, notamment à St-Gilles. En ce dernier lieu, le sable a livré *Ostrea cucullata* : le même fossile, avec des Anomies et des Balanes, se trouve à Générac ; et au sommet de la carrière de Broussan.

De plus à St-Gilles, cette assise moyenne se charge de

galets, calcaires et petits quartz blancs, plus des roches de provenance cévenole : dans la carrière à gauche en partant vers Lunel, R. DE JOLY a recueilli une molaire de *Mastodon arvernensis* ; ailleurs à Beauvoisin ROMAN signale *Rhinoceros leptorhinus*.

On constate ainsi, en divers points, que le faciès caillouteux commence immédiatement au-dessus du faciès argileux : ce qui explique bien des difficultés.

De même l'apparition du cailloutis rhodanien, marqué par ses quartzites souvent volumineux, ne se fait pas partout au même niveau : il semble que ces éléments n'aient pas atteint les environs de Nîmes. Au contraire ils couronnent tous les points élevés autour de Gênerac, notamment le Puech-Cocon (144) qui eut son heure de célébrité ; et autour de St-Gilles.

La surface du cailloutis supérieur, transformée en poudingue, est parfaitement dégagée : on la voit, à partir du sommet 144, qui s'incline vers le sud, entre St-Gilles et Vauvert, suivant une pente d'abord assez forte, puis plus adoucie pour passer sous les marais littoraux. Elle se dessine admirablement, vue des chemins tracés sur ces marais. Elle se prolonge par dessous, des forages l'ont atteinte à Aiguesmortes par —37 et peut être au Listel par —50. Ici les sondages confèrent une puissance de 12 m. au cailloutis supérieur, alors que le cailloutis moyen fait défaut dans un faciès marno-sableux.

Cette allure est bien différente de celle des terrasses rhodaniennes classiques : à même calibre des galets, les pentes sont à Gênerac plus de vingt fois plus fortes. Par contre, c'est bien celle que commande l'affaissement du Golfe du Lion et cette disposition se manifeste aussi bien du côté de Montpellier, que dans la Crau d'Arles. Le poudingue terminant le Pliocène se dispose en une vaste cuvette échancrée par la Tête de Camargue en amont, passant à l'aval sous les alluvions récentes et les marais.

Il est évident que le Pliocène ne s'est pas déposé dans de telles conditions ; ses pentes actuelles ne sont pas compatibles avec l'alluvionnement que représentent les galets. Et surtout, l'horizon saumâtre limite, qui suit ce mouvement, ne peut à

L'origine avoir été réglé sur une surface autre que l'horizontale. L'affaissement du Golfe du Lion, jouant avant et après le Pliocène, est la seule explication convenant aux dispositions du système.

II. — TERRASSE DE BELLEGARDE

Passant de suite à l'amont le long du coteau du Rhône, nous allons caractériser un élément tout à fait autre. Sur la route de Beaucaire à Nîmes, après avoir traversé en dessus de la vallée la petite terrasse de Beaucaire, à 25 m. d'âge quaternaire moyen, on atteint une autre terrasse qui se tient vers 65 m. : elle reste en bordure du village de Jonquières, dont l'agglomération est sur le calcaire marneux du Néocomien. La terrasse est très nette plus en aval, le long du chemin de fer qui la traverse sur 4 kilomètres à l'altitude exacte de 60 m. Sa composition est bien celle des terrasses du Rhône, elle représente un cours de ce fleuve au Quaternaire ancien.

L'essentiel est de la délimiter. De Jonquières vers Campuget, le Mas de Carlot, on suit un talus d'une dizaine de mètres, si bien apparent qu'il figure sur la carte de Cassini. Le front de ce talus est bien entendu éboulé ; mais au passage du chemin de fer, qui se manifeste par une tranchée, on voit au-delà le gravier du Pliocène moyen avec sable marneux, bien reconnaissable. Et même vers Saint-Vincent, c'est du Pliocène ancien qui vient à l'affleurement sur ce talus externe, et des lambeaux de Miocène.

La terrasse ceinture par le sud la dépression close de Jonquières, établie dans le Néocomien avec lambeaux de Miocène, et du Pliocène dans sa partie nord-est où est le point le plus creux : côte 14 à l'ancien étang. Dans cette dépression même on observe, entre Jonquières et les Carrières, un gros paquet de cailloutis en contrebas d'une vingtaine de mètres. Ce n'est pas un éboulis, car il se présente sur un travers de plus de 500 mètres, avec une apparence de petite terrasse étagée sous la grande. Il n'est pas de disposition hydrographique pour expliquer cela : nous sommes sans doute en présence d'un fragment de la terrasse qui a subi l'affaissement général de la dépression. Cette disposition apparaît compliquée, parce qu'il

Il y a d'une part transgression du Miocène, puis du Pliocène enfin du Quaternaire sur un pointement crétacique ; de l'autre formation de dépression close au sein de ce pointement : ce que nous attribuons à un affaissement local, et en partie seulement à l'action carstique.

Plus au sud, la terrasse franchit le vallon de Bellegarde et décrit un lobe devant le bois de Broussan. Le talus curviligne limitant cette terrasse est ici très net ; le cailloutis quaternaire passe d'ailleurs très en contrebas du Pliocène, jusqu'à raviner le Pliocène ancien sur le coteau bordant le delta du Rhône.

III. — COSTIERE DE MANDUEL ET DE GARONS

Jusqu'ici nous disposions d'interprétations simples, passant directement des faits à quelque schéma classique. Cet avantage se perd quand on sort des secteurs précédents. A partir du rebord sur le Gard, par Redessan et Manduel, puis Bouillargues en face Nîmes et vers Garons, on parcourt une manière de plaine, mais en réalité irrégulière, dénivelée de 20 et 30 m. alors même qu'on évite la vallée du Vistre. Cette irrégularité dément la première impression d'une simple terrasse, impression que fait naître un tapis constant de galets épars sans déclivité bien accentuée.

Pour expliquer ces écarts, la nouvelle feuille d'Avignon a distingué deux surfaces comme étant des terrasses, l'une au nord-est autour de Manduel donnée comme de 60 m., et confondue avec la vraie terrasse qui a bien cette altitude autour de Bellegarde. L'autre dite de 100 m. à Garons. Sur les lieux, cette distinction ne se justifie pas : impossible de séparer ces deux « terrasses » par un talus limite, comme il y en a au contraire, malgré le peu d'écart en hauteur, entre la Costière de Manduel et la Terrasse de Bellegarde. Du côté de Garons, comme du côté de Manduel, les relations sont les mêmes avec cette terrasse. Et s'il est vrai que les hauteurs sont, dans l'ensemble, plus fortes vers Garons où, sur un espace d'ailleurs réduit, le sol peut dépasser la cote 90, il faut considérer aussi la cote 82 inscrite au NE.

La couverture caillouteuse assez générale épouse cette forme du terrain. A Redessan, où elle paraît assez importante, elle

a bien l'aspect du Pliocène supérieur, et, de fait, plus à l'est, vers Saint-Vincent, on la voit reposant sur des couches argilo-sableuses qui se placent vers le milieu du Pliocène ; mais, plus au nord, le cailloutis n'offre qu'un aspect résiduel, il est directement sur le Pliocène inférieur. Celui-ci a été rencontré dans un puits à Pazac, sous quelques mètres de terrain meuble caillouteux ; le même terrain affleure autour de l'ancien étang de Lognac, subordonné au Pliocène moyen dont nous avons fait connaître l'état de dislocation, incompatible avec l'allure de la surface topographique environnante.

A Garons, dans une extension importante, la couverture caillouteuse ne se présente plus comme aux lieux précédents où elle est surtout constituée des gros quartzites habituels. On voit au contraire un gravier de petits galets, avec abondance de quartz blanc, ce qui nous révèle le Pliocène moyen.

Nous sommes donc en présence d'affleurements limités des divers termes du Pliocène, et de revêtements caillouteux issus de ces mêmes affleurements sans grand transport. Nombreux sont dans notre région les lieux modelés de la sorte, au relief mou et semés de cailloux résiduels : ceux des affleurements crétaciques ne trompent pas, tandis que ceux des sables caillouteux pliocènes et quaternaires ont pu faire illusion de terrasses autonomes.

IV. — VALLÉE DU VISTRE

Le Pliocène de Générac atteint 133 et 144 m., il domine d'assez haut la vallée du Vistre, qui débouche dans les marais littoraux. C'est un petit pays, la Vistrenque, assez plat sur une largeur de 6 kilomètres, garni de gros cailloux, alors qu'on n'y voit guère circuler que des ruisseaux. Il y a ici une anomalie hydrographique dont on n'avait pas, à ma connaissance, fourni d'explication valable. Car il n'en est pas dans ce qu'on a donné, bien à tort, comme terrasses fluvio-marines au débouché.

Ce cailloutis de fond de vallée se reconnaît de suite comme Pliocène supérieur. Aux Bouillens de Vergèze (Source Perrier), R. de Joly m'a signalé qu'on l'a sondé sur 18 m., ce chiffre donnant d'ailleurs la côte de surface. Devant Vauvert, cette surface est à la côte 12 avant de se dissimuler sous les ma-

rais littoraux ; tandis qu'au NW d'Aimargues la base de ce même cailloutis remonte sur le Pliocène moyen sableux, le contact étant à la côte 10 dans une carrière au bord de la route de Nîmes. Le Pliocène s'incline donc, depuis le rebord de la Garrigue vers la faille de Vauvert qui, brusquement, le remonte d'une soixantaine de mètres. Cette faille non figurée par l'ancienne feuille de Montpellier se perçoit néanmoins sur ses contours : elle est bien sensible dans la tranchée de chemin de fer au SE du Cailar. Ici l'on voit le sable du Pliocène moyen, avec ses lits irrégulièrement consolidés comme sont les sables de Montpellier, dessiner une petite flexure de raccord, un « crochon », vers le cailloutis du Pliocène supérieur qui, à l'ouest, se tient en contrebas. Ce même cailloutis reparait à l'est, mais au sommet du coteau et fort en contrehaut, et plus loin, il s'élève aux surfaces 75-80 m.

La faille se perdant d'un côté sous les marais, de l'autre elle se manifeste jusqu'au delà de Vauvert, mais finit par s'éteindre : dans son prolongement on ne discerne plus, à Beauvoisin, qu'un bombement apparent du Pliocène moyen.

V. — PSEUDO TERRASSE DE CAMPAGNOLLE

A l'amont de ce lieu, on rencontre un élément nouveau, le plus difficile à interpréter : c'est d'ailleurs l'élément essentiel de ce qu'on avait indiqué comme « terrasse de 100 m. », mais l'extension figurée sur la seconde feuille d'Avignon autour de Garons n'a pas le même caractère — elle appartient à notre troisième circonscription — et c'est en réalité une surface de 90 m. qui apparait de Campagne à Campagnolle, au sud de Caissargues. Quand on vient de Nîmes, cette surface se détache très bien et paraît s'imposer comme terrasse.

A la Tuilerie de Campagne, on voit sur l'argile bleue un gravier avec petits galets, de quartz surtout, et lentilles purement sableuses ; plus haut, un cailloutis de galets moyens, de roches surtout cévenoles, quartzites, micaschistes, phyllanites, calcaires avec de petits quartz multicolores. Sur le petit plateau terminal, gros cailloux comme ceux de Gênerac.

Or, si on atteint ce lieu, on voit de part et d'autre du cimetière, des pendages inverses ; vers le SE, le sable molassique

jaune habituel du Pliocène moyen, à sa place en contrebas du cailloutis supérieur qui s'étend vers le Puech-Cocon (il y en a plus que n'indique la feuille d'Avignon) ; vers le NW, immédiatement un grès à gravier et un cailloutis dont on voit les galets remaniés dans le limon argileux des vallons.

Notre interprétation sera que d'abord à Campagne le Pliocène moyen est, comme à Saint-Gilles, envahi par le cailloutis cévenol, réparti en trainées dont le trajet ne peut être prévu d'avance ; qu'ensuite le compartiment de Campagne-Campagnolle est un élément de la série pliocène, affaissé lui aussi en contrebas du compartiment de Générac. Le raccord par flexure, plutôt que par faille, est marqué par les transports ébouleux si généraux dans cette région.

C'est une hypothèse : elle nous paraît autorisée par les caractères spéciaux de l'ensemble de la région. A défaut, on persistera à considérer cette surface comme alluvion fluviale autonome, aucun relief ne venant s'interposer entre elle et ce que devaient être, au début du Quaternaire, les vallées du Rhône et du Gard. Ce serait alors un premier stade de rétablissement de l'hydrographie, après les événements qui ont interrompu le cycle pliocène. La vallée du Vistre, très en contrebas, est d'ailleurs escortée d'autres alluvions, à Caissargues en particulier, mais ce sont ici alluvions locales, remaniant à courte distance les cailloutis antérieurs dont elles trient surtout les petits éléments.

RETOUR SUR LA VISTRENOUE

Continuant à remonter le Vistre, on voit s'effacer tout relief sur la gauche : à l'est de Nîmes les dénivellations se réduisent à une vingtaine de mètres. La vallée devient confuse ; elle ne se reconnaît plus guère qu'à son fond limoneux. Un sondage fait en 1940 près du Mas de Bourges, près Laval, a traversé sous 4 m. de ce limon, un dépôt meuble avec quartzites roulés et autres galets, sur 7 m. avant d'entrer dans l'argille pliocène. On ne peut tracer de profil qui rattache le fond de ce cailloutis à la côte 28, par dessus le coteau de Beaucaire à Remoulins, aux vallées maîtresses du Gard et du Rhône. Nous avons ici le simple colmatage des fonds de vallons locaux

par les cailloux glissés de la Costière voisine. Les phénomènes de solifluxion ont pu jouer leur rôle.

La composition du Pliocène autour de Nîmes va nous expliquer ces dispositions. Ici le Pliocène a résisté à l'affaissement : l'assise moyenne reste accrochée aux côteaux de droite et l'inférieure est immédiatement sous le fond de vallée. Quant à la supérieure, elle a disparu sans laisser cette fois l'abondant semis de galets habituel. C'est qu'on est ici hors des grands transports fluviaux, et le terrain essentiellement sableux et limoneux était une proie facile pour l'érosion. Par contre, ces galets se multiplient vers l'est, ils ont été ensuite concentrés au fond de la dépression issue du déblai de ces parties meubles.

NATURE DES DEFORMATIONS DU PLIOCÈNE, DEPRESSIONS CLOSES

L'ouverture de la vallée du Vistre procède donc d'un affaissement local du Pliocène, et cette vallée s'étale en amont, à travers un substratum de déblai facile. Au cours du creusement, il s'est constitué un système d'alluvionnement local, d'origine résiduelle aux dépens de ce Pliocène. Il est faux que des terrasses fluvio-marines puissent être distinguées sur le débouché.

On ne saurait évidemment accorder aux déformations du Pliocène en Costière, et de façon générale dans tout le Bas-Rhône, un caractère orogénique. Les mouvements de cet ordre se sont terminés bien avant le système en question. Il s'agit ici d'une tectonique passive, commandée par l'affaissement du Golfe du Lion, compliquée de tassements résultant de la nature même, en grande partie vaseuse, des dépôts pliocènes.

C'est dans de telles conditions que nous trouvons à expliquer les dépressions closes, si nombreuses dans la région, et dont beaucoup sont sur le Pliocène, loin de tout affleurement propre aux phénomènes karstiques. La plus connue est, en amont, celle de Pujaut, du fond de laquelle on a sondé le Pliocène argileux sur 200 m. La fosse de Fournès est de même nature. En Costière nous avons vu, à côté du creux de Lagnac, le Pliocène disloqué ; le creux de Pazac est de semblable caractère ; en partie aussi la dépression de Jonquières, compliquée parce

qu'elle intéresse aussi le Néocomien, et qu'ici le facteur carstique a dû jouer son rôle.

Le creux d'Estagel est aussi un tassement du Pliocène. Quant à ceux, très réduits, de Campuget et de Balandran, ils sont sur la terrasse quaternaire, qui, sans doute, a suivi le mouvement de son substratum.

Résumé

La Costière est pour sa partie essentielle constituée par le Pliocène : argile marine à la base, sables et cailloutis cévenols au milieu, cailloutis surtout rhodanien pour la partie supérieure ; la fin de ce remblaiement peut correspondre à une mer située à 150-180 m. en dessus de l'actuelle. Mais la surface de niveau définie sur cette base a subi des gauchissements et tassements, qui se manifestent ici par un affaissement centripète vers le Golfe du Lion : à partir de Générac, tout le Pliocène s'incline pour passer sous les eaux de ce golfe, et ceci se complique d'une faille, passant à Vauvert, qui affaisse davantage le compartiment de l'ouest. C'est ce qui a provoqué l'ouverture de la vallée du Vistre.

Au centre et au nord-est, le Pliocène a été démantelé, laissant des résidus caillouteux qui, suivant les points, sont demeurés sur des surfaces quelque peu élevées ; ou bien se sont concentrés dans les fonds et s'agencent en terrasses locales.

La plus grande part de ces affaissements paraît immédiatement consécutive au cycle pliocène, alors que le niveau eustatique commençait son mouvement de descente.

Au cours du Quaternaire, dans la partie en dehors de cette zone d'affaissement, le Rhône a étendu sa vallée sur la bordure orientale, avec la Terrasse de Bellegarde (60 m.) ; puis s'est reporté en dehors de la Costière, avec la Terrasse de Beaucaire (25 m.).

Extrait
DU
Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Naturelles
de Nîmes
(1936-1946)

Imp. Chastanier Fres et Alméras — NÎMES.

Kellough

CONFERENCE INTERNATIONALE
DE
PEDOLOGIE MÉDITERRANÉENNE
1947

EXCURSIONS *en Algérie*

ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'ÉTUDE DU SOL

EXCURSIONS

en Algérie

CONFERENCE INTERNATIONALE
DE
PEDALOGIE MÉDITERRANÉENNE

1947

EXCURSIONS

en Algérie

ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'ÉTUDE DU SOL

TOURNÉE DE L'ATLAS BLIDÉEN

MM. SACCARDY, Conservateur des Forêts, Chef du Service de la Défense et Restauration des Sols.

PUTOD, Inspecteur principal des Forêts à la Défense et Restauration des Sols.

24/11
La matinée sera consacrée à la visite des contreforts de l'Atlas Blidéen, et du bassin de l'oued el-Kébir au-dessus de Blida.

La caravane, au départ d'Alger, traversera le Sahel algérois et la plaine de la Mitidja, sur l'itinéraire Birmandreis, Birkadem, Birtouta, Boufarik. A la sortie de cette cité, on marquera un temps d'arrêt devant le monument érigé en l'honneur de la colonisation française. Puis on poursuivra le trajet par Beni-Mered et Blida, sous-préfecture et capitale de la Mitidja, construite (350 m.) sur l'immense cône de déjection de l'oued el-Kébir.

On traversera la ville et, par une piste en très forte pente, on gravira le versant nord d'un premier contrefort de l'Atlas.

En entrant dans le bassin du Chabet Boubène, l'un des affluents de l'oued el-Kébir, vue d'ensemble sur les pentes de l'Atlas.

Les sols formés sous l'oléolentiscetum et sur un substratum de schistes de la Chiffa d'un âge très discuté par les géologues, ont été soumis à des érosions consécutives au défrichement de la forêt. Différents stades de dégradation des sols seront examinés, depuis le sol forestier proprement dit jusqu'au squelette de la roche mère. Les formations intermédiaires comportent des broussailles (*Calycotome*, *Crataegus monogyna*, *Daphne Gnidium*) appauvries par le pâturage.

Dans les places plus dégradées n'apparaissent plus que des touffes de diss (*Ampelodesma mauretanica*) et d'*Antropogon hirtus*.

Les labours entrepris inconsidérément sur de telles pentes ont enfin entr'ouvert le peuplement de diss, déterminant l'entraînement quasi-total du sol. Là on se trouve en présence de terrains ruinés, soumis à un ravinement actif, sous une pluviométrie

moyenne de 900 $\frac{m}{m}$. La partie basse du bassin est finalement entrée en glissements menaçant de couper le cours de l'oued el-Kébir et de provoquer de très graves dégâts.

Le Service algérien de la Défense et de la Restauration des Sols, a entrepris en 1944 de restaurer les bassins des affluents de l'oued el-Kébir, en commençant par le Chabet Boubène.

Aux procédés classiques : barrages et seuils dans le fond du lit, déviation des eaux en amont du glissement, drainage par galeries, reboisement des sols en mouvement avec l'emploi d'essences à forte évaporation, on a ajouté des méthodes nouvelles de stabilisation des terres.

Dans la partie haute qui sera plus spécialement examinée, le programme a comporté l'exécution de banquettes à très faible pente, larges de 1 m. 50, soutenues à l'aval par un talus et un bourrelet de terre, dominant de 30 à 40 cm le fond de la banquette. L'action contre les érosions a été immédiate.

La stabilisation des terres, la concentration et l'infiltration des eaux, l'enrichissement du sol par des apports modérés de limon, déterminent, au niveau du bourrelet et de la banquette, la genèse d'un nouveau sol dont on tire parti grâce à la plantation d'arbres fruitiers adaptés au climat.

La richesse qu'apporteront ces vergers permettra de maintenir sur place une population dense, dont les conditions de vie étaient gravement compromises par l'évolution des phénomènes d'érosion.

La culture du verger nécessitera par la suite, des labours périodiques sur le réseau des banquettes dont l'efficacité sera ainsi conservée.

Dans le cas de très fortes pentes, le reboisement a été disposé sur des gradins plus étroits que les banquettes et disposés en quinconce.

Après examen de trois coupes de sol caractéristiques des différents états d'appauvrissement, descente facultative à pied (une heure) dans le versant du Chabet Boubène. Le chemin en lacets traverse dans sa partie basse une callitriaie et aboutit dans le lit de l'oued el-Kébir.

A Fontaine-Fraîche, vue d'ensemble du cône de déjection et de la série de barrages.

On retrouvera les autocars qui conduiront la caravane à Blida (déjeuner). Dans l'après-midi, ascension du versant principal de l'Atlas Blidéen. On traversera les reboisements d'Akou Feraoune, datant d'une trentaine d'années.

Promenade touristique dans la cédraie naturelle de Chréa, établie sur les croupes de l'Atlas Blidéen (1.400 à 1.600 m.) sur un substratum de schistes comportant des filons gréseux.

Retour à Alger vers 19 heures.

Souffle
(12)

L'EST MITIDJA OU ZONE
DU PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ
DU HAMIZ

M. ROSEAU, Professeur d'Agrogéologie à
l'Ecole Nationale d'Agriculture d'Alger
(Institut Agricole d'Algérie).

May 13

El - Alia
Nodjma
Barek
Fondouk
Sin Taya
St Pierre - Sidi Moussa
Ain - Taya
Ain Taya - luit
Koubba
Birkade
Draïa
Souda
Draïa
Pavara
de -
Stannet
Guzette

L'Est-Mitidja est la partie de cette plaine qui s'étend entre l'oued Boudouaou à l'Est et une limite Ouest que nous fixerons conventionnellement à la route Gué-de-Constantine, Sidi-Moussa, l'Arba.

Elle est limitée d'autre part au Sud, par les monts constituant les premiers contreforts de l'Atlas et au Nord par la croupe Belfort. Retour-de-la-Chasse, puis par un ensemble de dunes et de terrasses tyrrhéniennes qui la séparent de la mer.

La croupe à direction générale Sud-Nord, Saint-Pierre-Saint-Paul, Réghaïa, présente dans cet ensemble une individualité particulière. C'est une région de collines d'âge villafranchien et quaternaire ancien, tandis que la Mitidja proprement dite qui s'étend à l'Ouest constitue un bassin d'effondrement — effondrement d'âge quaternaire et, pour cette partie de la Mitidja, probablement post-tyrrhénien. Ce bassin a été ensuite comblé par l'apport d'éléments originaires pour la plupart de l'Atlas — ce remblaiement débutant avec la période flandrienne.

Les rivières qui sillonnent cette plaine dans une direction générale Sud-Nord sont de l'Est à l'Ouest, l'oued Réghaïa, l'oued Hamiz et son affluent l'oued Barek, l'oued Smar — tributaire de l'oued Harrach, enfin l'oued Hamed et l'oued Saïd qui se jettent dans l'oued Smar.

Ces rivières ont été les principaux agents du comblement de la Mitidja. De telle sorte que les terres actuellement cultivées sont formées aux dépens des alluvions déposées au quaternaire par ces oueds, et en certains points dans des marais qui occupent les points bas de cette plaine.

Ce remblaiement s'étant fait aux dépens des montagnes qui bordent la Mitidja au Sud. On trouve, en bordure de ces montagnes, toute une série de cônes de déjection d'anciens torrents — plus loin vers le Nord des terres noires déposées dans d'an-

ciennes merdjas (marais) — et entre ces deux zones des dépôts caillouteux ou graveleux ou constitués par des éléments plus fins (sols gris) suivant les points, cela résultant du lit capricieux des rivières quaternaires.

La répartition des cultures tient essentiellement à cette nature des sols.

Sur sa bordure Sud constituée surtout par les anciens cônes de déjection la plaine présente une prédominance de vergers (domaines Sidi-Salem, Floriana, Communal de Fondouk).

Les terres grises conviennent très bien aux vignes et encore aux vergers.

Les terres noires assainies par drainage, acceptent la vigne. Les autres, insuffisamment assainies, des cultures fourragères. Enfin sur les anciennes plages ou les anciennes dunes qui bordent la plaine au Nord, on trouve surtout des cultures maraîchères : plateau Nord de Reghaïa, Zones de Surcouf, Aïn-Taya et plus vers l'Ouest, Fort-de-l'Eau ; cultures maraîchères qui trouvent là des conditions favorables dues à la nature des terres sablonneuses et à l'eau d'irrigation.

Il nous a été possible de relever un certain nombre de profils de ces types de sols.

EL-ALIA

Le domaine d'El-Alia est sur la croupe Belfort — Retour-de-la-Chasse, qui constitue le prolongement vers l'Est du Sahel d'Alger.

Nous trouvons donc là des formations plus anciennes que dans la plaine proprement dite.

La voie ferrée Alger-Constantine — après s'être engagée dans la trouée de l'Harrach, contourne cette croupe par le Sud et établit ainsi la limite Nord de la Mitidja dans cette région.

Une série de puits creusés dans différentes parcelles nous ont révélé un sous-sol très hétérogène. Nous avons conservé les plus typiques sur un alignement N.O.-S.E. En allant du N.O. vers le S.E., nous avons les puits A, B, C, D.

Les différents horizons constituant ce sous-sol, sont des horizons géologiques. Ce sont des dépôts fluvio-lacustres, ils se rattachent à la formation géologique dite « Marnes de Maison-Carrée » qui date du début quaternaire. Ces dépôts sont formés

à partir de la profondeur d'argile bleutée, puis de sables, puis de tuf, et enfin d'argile ocre. Ces dépôts varient d'un puits à l'autre, ils dépendent du régime de la rivière ou de l'extension du lac.

Cette variété du sous-sol d'un puits à l'autre, conduit finalement à un sol de composition hétérogène en des points très voisins.

Le tuf friable et les dépôts marneux, que l'on retrouve aussi en de nombreux points de la plaine, en particulier dans la région de Rouïba et dans la zone des anciens marais de l'oued Smar, au Sud et Sud-Est d'El-Alia, est dû à une sédimentation lacustre.

Nous reprenons la route Alger-Constantine que nous abandonnons après Retour-de-la-Chasse pour celle de Fondouk, ce qui nous fait traverser la plaine du N.O. au S.E. Après Maison-Blanche nous nous arrêtons à Nadjema.

NADJEMA

Nous sommes ici dans la zone d'anciens marais de l'oued Smar. Cette zone a été assainie par des drainages et une régularisation du cours de l'oued Smar.

Le profil présenté, relevé sur le flanc d'un fossé de drainage, nous montre un sol type de marais. On a affaire ici à un sol noir, d'ancienne merdja, correspondant aux sols noirs des Paluds de la région méditerranéenne de la France. Sol renfermant 6 % de matières organiques, 7,5 de calcaire total et un taux d'argile élevé, 42 %.

Cet horizon superficiel qui présente une puissance variable suivant les points — ici 0,70 — repose sur un tuf blanc friable (teneur en calcaire 34,5 %).

Au-dessous, se trouve un horizon d'apparence argileuse, mais que l'analyse physique identifie à une marne (23,8 % d'argile et 27,3 de calcaire). On trouve des veines bleuâtres, provenant sans doute de la réduction des sels de fer. (Gley).

L'ensemble est donc formé d'une succession de couches plus ou moins argileuses et calcaires résultant d'une sédimentation lacustre.

Le niveau piezométrique remonte jusqu'à la surface pendant l'hiver, ainsi qu'en témoignent les forages effectués dans le domaine de Nadjema.

BERGES DE L'OUED BAREK

Après avoir traversé le hameau de Hamedi, on atteint l'oued Barek, dont le cours a été rectifié.

La berge est formée d'alluvions fines et homogènes sur une grande profondeur, elles résultent des débordements anciens des oueds.

La berge examinée sur 4 m. de hauteur présente ici un aspect homogène. Ce sol alluvial révèle à l'analyse une égale proportion d'éléments fins : argile, limon, sables fins, 30 % environ pour chacun d'eux et très peu de sables grossiers et calcaires. Ils appartiennent donc au type sols gris, jeunes, des vallées.

Ces terres grises sont assez répandues dans la plaine. Ce sont de très bonnes terres de cultures convenant parfaitement à la vigne et à l'arboriculture fruitière.

La route longe ensuite l'oued Hamiz et permet de voir les différents lits de cet oued puis la montée s'accroît, nous remontons sur le rebord sud de la plaine, et nous traversons Fondouk.

A la sortie sud du village, dans un talus de la route, nous trouvons à un mètre ou deux, l'un de l'autre, trois profils caractéristiques. En allant du Nord au Sud :

1° Le profil A I constitué par un horizon de 60 cm environ, un sol noir, reposant sur un horizon de terre rouge. La roche mère est ici une terre rouge de la terrasse tyrrhénienne. L'analyse granulométrique révèle que ce sol noir provient de la terre rouge (roche mère), et l'analyse chimique montre qu'il en diffère par une proportion plus élevée en matières organiques et plus faible de fer libre.

2° Le profil A II, formé encore par un sol noir, renferme quelques concrétions calcaires. Ce sol noir a pour roche mère, une terre rouge identique qui a été formée aux dépens d'un horizon calcaire ici fortement altéré.

3° Le profil A III. Le sol noir repose ici directement sur la roche mère, un calcaire très altéré (calcaire d'âge astien à nombreux fossiles).

Ce sol noir présente la même composition granulométrique que le sol noir qui repose sur la terre rouge dans les deux profils précédents.

Nous avons ici un type de sol *rendziniforme*.

De Fondouk nous gagnons la crête de Saint-Pierre-Saint-Paul. La route de Fondouk à Saint-Pierre traverse le Hamiz à sa sortie de Fondouk, sur un pont.

Près de ce pont un talus nous permet de voir différents horizons résultant d'éboulis.

Le sol, une terre noire encore, est formé aux dépens d'une roche mère constituée par une terre de teinte jaunâtre riche en argile (43,1 %) et dépourvue de calcaire.

Après un parcours dans la plaine, on atteint une zone mame-lonnée correspondant au plateau villafranchien de Saint-Pierre-Saint-Paul. Les talus de cette route nous permettent de noter les différents lits d'oueds torrentiels du début du quaternaire.

Ce plateau est formé dans l'ensemble de zones alternativement caillouteuses et argileuses.

L'oued que l'on franchit à 500 m. Ouest de Saint-Pierre, que nous nommerons oued Moussa, présente dans les terrasses anciennes et son lit actuel, de nombreux débris de quartz blanc, que nous retrouvons aussi dans les terrasses et les lits actuels de l'oued Bou Nadj et de l'oued Boudouaou.

Ces cailloux de quartz blanc proviennent des formations du permien que l'on signale en certains points de l'Atlas. Ils se fragmentent en débris anguleux qui deviennent rapidement des galets blancs charriés par ces oueds, et ceci permet d'expliquer leur accumulation dans les terres sablonneuses qui s'étendent au sud de Reghaïa, entre Reghaïa et l'Alma, et d'une façon encore plus intense dans les cordons littoraux du Tyrrhénien qui bordent cette partie de la plaine au Nord et dans ceux du monastirien et de la plage actuelle qui s'étendent à l'Est de Suffren.

Ces cailloux de quartz blanc ne se retrouvent pas dans le lit et les terrasses de l'oued Hamiz, dans le lit supérieur et les terrasses de l'oued Reghaïa pourtant voisins.

Cette région de Saint-Pierre à Reghaïa constitue aujourd'hui une dorsale formée par des cailloutis et alluvions villafranchiens, qui a été épargnée par l'effondrement de la Mitidja. Ce plateau est fortement entaillé par les oueds, qui ont laissé de nombreuses traces de leur lit torrentiel (cailloux roulés des terrasses supérieures qui encombrent les terres cultivées). La pente s'adoucit bientôt à 1 km au Nord de Saint-Paul et les

terres traversées présentent un aspect plus sableux avec de nombreux petits graviers de quartz blanc. C'est la zone des sables qui s'étendent sur une grande surface et constituent le sol de cette partie de la plaine, et particulièrement au Sud et à l'Est de Reghaïa (forêt de Reghaïa).

A 500 m. de l'entrée sud du village de Reghaïa, une carrière est formée par une accumulation de grès, puis de sables d'origine vraisemblablement fluviatile. Un autre témoin, formé d'un banc de grès, est visible plus au Nord près de la tribu des Haraouas.

Sur la rive Est de l'oued Reghaïa et jusqu'à l'embouchure du Boudouaou, s'étend au Nord une croupe qui sépare ainsi la plaine de la mer ; la nature sablonneuse de ses terres les rend propices à la culture maraîchère. Il en est de même pour la croupe et les anciennes dunes qui s'étendent à l'Ouest de l'oued Reghaïa et qui englobent les zones de Surcouf et Aïn-Taya, importantes pour la culture maraîchère.

Une carrière près de la tribu des Harouas, cote 60, révèle une plage d'âge tyrrhénien formée par une accumulation de galets de quartz blanc. On y trouve aussi quelques rares cailloux roulés, constitués par la diorite de Ménerville, qui laisse présumer le débouché au tyrrhénien dans cette partie du littoral, d'un oued provenant du Massif de Ménerville situé plus à l'Est. La route côtoie ensuite la tribu des Haraouas, et de nombreuses exploitations de maraîchers musulmans. On atteint bientôt Surcouf et Aïn-Taya, la route suivant le sommet de la falaise constituant la côte actuelle.

Longeant le littoral on dépasse Aïn-Taya pour atteindre 2 km à l'Ouest une carrière formée par des grès consolidés d'une ancienne plage monastirienne.

LA CARRIÈRE D'AIN-TAYA

Cette carrière qui fut exploitée vraisemblablement déjà à l'époque romaine, est formée de grès consolidés de la plage monastirienne.

Elle nous permet de suivre la formation de sols rouges et de sols noirs aux dépens de terres rouges et de sols noirs directement sur des grès calcaires.

Trois profils sont particulièrement significatifs :

Le profil I, présente un horizon supérieur de sol rouge plus ou moins noirâtre, le deuxième horizon étant constitué de sables rouges qu'on peut considérer dans le cas présent comme la roche mère formée elle-même aux dépens des grès sous-jacents.

Le profil II, présente un sol plus évolué. L'horizon supérieur, un sol noir, repose sur terre rouge, qui en est la roche mère, formée aux dépens des grès inférieurs en voie de désagrégation.

Le type de sol de ces deux profils est donc un sol brun sur « terres rouges », surtout chez le profil II.

L'association végétale sur ce sol est ici : *pistachia*, *lentiscus*, *olea europea*, *chamærops humilis*.

Le profil III, est formé d'une terre noire reposant directement sur le grès en décomposition, c'est un sol rendziniforme.

Enfin dans cette même carrière une masse de grès, nous permet de suivre la formation de la patine calcaire qui recouvre ce grès, et qui se prolonge dans une fissure verticale par une coulée de calcite. Il faut voir là le résultat d'un séjour de l'eau dans une anfractuosité des grès et le dépôt de calcaire qui a suivi l'évaporation de cette eau. Cette carapace calcaire n'est pas ici le résultat d'un mouvement *per ascensum* de l'eau.

LE SAHEL D'ALGER

M. ROSEAU, Professeur d'Agrogéologie à
l'Ecole Nationale d'Agriculture d'Alger
(Institut Agricole d'Algérie).

On désigne sous ce nom un ensemble de collines qui s'étend de l'oued Mazafran à l'Ouest, à l'oued Harrach à l'Est, ou mieux jusqu'au Retour-de-la-Chasse. Ces collines séparent la plaine de la Mitidja de la mer.

Elles sont formées par des assises géologiques d'âge pliocène qui s'appuient au massif ancien (primaire) d'Alger-Bouzaréa.

Dans cet ensemble on peut distinguer deux rides principales : l'une dirigée du N.-N.E. au S.-S.O. culmine à 278 m. près de Dely-Ibrahim ; l'autre est formée par le bourrelet Douéra-Crescia, d'altitude supérieure à 200 m. qui descend rapidement vers la plaine de la Mitidja au Sud. Vers l'Est, ces collines se poursuivent en pente douce depuis Ben-Aknoun 260 m. jusqu'au plateau de Maison-Carrée — Belfort (50 m. environ).

Les assises du pliocène — plaisancien, astien — s'inclinant du Nord au Sud de la région de Ben-Aknoun à celle de Birkadem-Saoula, présentent des changements de faciès, faciès molassique dans la zone Nord, faciès gréso-sableux dans la zone de Birkadem-Saoula. Dans cette dernière zone déprimée, on y trouve en outre des sables rouges, faciès continental du pliocène supérieur.

Après avoir franchi l'Harrach, venant de l'Est, nous prenons la route de Maison-Carrée à Birkadem. Au milieu de la côte, à 100 m. environ de la cheminée de la S.A.P.C.E., un talus de la route nous montre le lit d'un oued tyrrhénien. La route domine ensuite la plaine de la Mitidja qui s'étend au Sud, puis après les 4 Chemins, nous remontons vers Kouba.

PROFIL DE LA PINÈDE

(à 800 mètres de la sortie sud de Kouba)

Le profil relevé présente un horizon de sables noirâtres de 20 cm, reposant sur une terre rouge qui constitue la roche mère

reposant elle-même sur de l'astien dégradé en surface et séparé de la terre rouge par une dalle épaisse de 3 mm. Cette dalle calcaire est, ici encore, le résultat du séjour de l'eau sur ce calcaire.

Nous rangeons ce sol noir dans la catégorie des sols bruns sur terre rouge.

Partant de Kouba, par Vieux-Kouba, et l'Orphelinat Saint-Charles, nous atteignons Birkadem, centre important de culture maraîchère (pommes de terre surtout) et d'arboriculture fruitière (pêchers).

La région, depuis l'orphelinat, nous montre une grande extension de sols rouges.

LA « CARRIÈRE » DE BIRKADEM

A 200 m. de la sortie Est de Birkadem, sur la route de Maison-Carrée, une carrière nous permet de relever des observations intéressantes.

Au centre, des sables fins, d'origine dunaire vraisemblablement, constituent une formation continentale issue de la désagrégation de la mollasse de l'Astien.

Un éperon formé par des grès consolidés, avec fossiles (*O. lamellosa*, *pecten*), témoigne d'un niveau littoral.

Les sables dunaires qui l'avoisinent présentent, dans leur structure, des veinules horizontales de teinte rouge. Ces veinules permettent de fixer la formation sur place de ces sables rouges de Birkadem qui proviennent donc de sables désagrégés de l'Astien, et sous l'influence de l'humidité d'abord et d'une température élevée, ont été rubéfiés, ensuite.

La paroi Nord de la carrière est formée sur une hauteur de 2 m. 50 de sables rouges. Dans ces sables, le long des fissures verticales et sur quelques millimètres d'épaisseur, on remarque des sables décolorés (sables blancs), sans doute sous l'influence de l'eau. La couleur rouge de cette paroi sur cette hauteur de 2 m. 50, indique son antériorité par rapport aux sables dunaires précédents.

Reprenant la route de Blida, à 1 km environ de la sortie de Birkadem, nous nous engageons sur la route de Tixeraine et Draria. Nous traversons la vallée pittoresque de l'oued Kerma

avec le curieux village arabe de Tixeraïne. Les sols rouges dominant dans toute cette région.

Une croupe avec des sols de couleur ocre fait suite à cette vallée, et à un carrefour nous prenons la route de Draria. Une nouvelle descente nous conduit dans la vallée d'un oued, tributaire de l'oued Kerma.

LA « CARRIÈRE » DE DRARIA

A 500 m. du carrefour, une carrière nous permet encore de suivre la genèse des sols de cette région.

A partir de la surface nous trouvons, successivement, un horizon supérieur, de 40 cm environ, formé d'un sol noir portant *olea europea*, puis une terre rouge, truffée de quelques lits peu épais de graviers, ensuite une terre rouge d'une teinte dégradée nous conduit à un horizon plus profond constitué par un sable de couleur ocre, vraisemblablement dunaire. Cette dernière couche est formée surtout de sables fins (84 %) dépourvus de calcaire ; sa composition granulométrique la rapproche des sables dunaires de la carrière de Birkadem.

Le sol est donc un sol brun sur terre rouge. Cette terre rouge étant ici le résultat de la rubéfaction sur place des sables dunaires et d'apports fluviaux de sables rouges provenant de formations dunaires, ou de la décomposition des grès astiens.

La route remonte ensuite sur le plateau de Draria, nous laissons à droite le village de Draria pour nous engager sur la route qui nous conduit vers Saoula.

Près d'un carrefour, au point d'altitude 188,5, nous trouvons dans un talus de la route, sur une hauteur de 1 m. 20, le profil homogène d'un sol ocre sablonneux, présentant un taux de sables fins moins élevé que les sables de la carrière précédente, en même temps qu'un taux d'argile et limon qui permet d'en faire de bons sols de culture.

Leur composition granulométrique est d'ailleurs voisine de celle des terres rouges, ce qui indique une origine commune (grès astiens), ces sols n'ayant pas subi ultérieurement de rubéfaction. Ce sont donc des formations plus jeunes que les terres rouges.

Ces sols ocres portent ici de la vigne avec des cultures maraîchères d'hiver, intercalaires.

Sur tout le parcours de cette route vers Saoula, nous trouvons un certain nombre de points qui vont confirmer cette origine.

A 200 m. au delà de la cote 185,0, un talus de la route de 2 m. de haut, nous montre un horizon d'un sol ocre sablonneux homogène sur 1 m. 20, portant une association végétale : olivier, myrte, lentisque, chamærops et scille. Ce sol se trouve sur un horizon de terre rouge. Il est donc le résultat d'un alluvionnement sur cette terre rouge plus ancienne.

Les compositions granulométriques de ces deux formations indiquent une décalcarisation plus intense des terres rouges qui sont aussi plus riches en argile, et par suite, plus pauvres en sables fins que le sol ocre.

Plus loin, à 300 mètres, nous trouvons une terre ocre en place, avec, à 1 m. de profondeur, de la mollasse d'âge astien identifiée par l'*ostrea cochlear*. Ce sol n'ayant pas été remanié par transport comme le sol ocre précédent, présente un taux de calcaire plus élevé (15,4 %).

Enfin, à 200 mètres environ de ce point, nous trouvons un banc de grès astiens avec nombreux fossiles.

En nous approchant de Saoula, l'altitude diminuant, nous entrons de nouveau dans la zone des sols rouges.

LE STADE DE SAOULA

Nous trouvons ici une station très intéressante pour étudier la genèse des terres rouges aux dépens des grès astiens.

Saoula est bâti sur le flanc d'une arête, orientée S.E.-N.O., constituée par des grès astiens fortement érodés.

Le stade a été édifié à la cote 104,7 qui domine le village au N.E.

Dans l'angle Ouest de ce stade se montrent les grès astiens en place avec de nombreux fossiles, dans l'angle Nord, les terres rouges. La teinte rouge, différente d'un point à l'autre, indique que ces formations ne sont pas synchrones. On peut supposer que les grès astiens ont été l'objet d'une érosion intense con-

duisant à la formation d'une vallée glyptogénique orientée Nord-Sud, et actuellement remblayée par ces terres rouges.

Sur le côté Est du stade on peut voir des formations plus rouges avec des zones plus ou moins verticales de sable décoloré, semblant suivre le tracé de fissures. L'axe de ces zones de sable blanc, larges de 2 à 3 cm, est occupé par une coulée de quelques millimètres d'épaisseur de teinte rouge foncé.

On trouve également par endroits, des nodules ferrugineux foncés.

Ces observations laissent supposer qu'à un certain moment, l'eau circulant dans ces fissures a provoqué la réduction des sels de fer entraînant la décoloration des sables, puis ensuite, les conditions climatiques ayant changé, l'eau chargée d'oxyde de fer, a déposé cet oxyde dans les fissures.

En allant de l'Est vers l'Ouest, dans ces formations rouges, on trouve ensuite des sables moins rubéfiés, dans l'angle Nord du stade, ceux qui sont plus à l'Ouest contre les grès astiens présentant une teinte rouge intermédiaire.

Dans cette dernière zone, on peut également voir des lits minces de petits galets de quelques millimètres de diamètre, constitués par du quartz laiteux et quelques éléments schisteux provenant du massif ancien d'Alger. Ce qui indique un alluvionnement par des oueds originaires de ce massif et entraînant, sur leur passage, les sables provenant de l'érosion des mollasses et grès astiens..

Il semble donc que nous ayons ici des terres rouges qui proviennent d'un transport par des oueds coulant du Nord au Sud et dont certains sont issus du massif ancien d'Alger.

Ces sols rouges de Saoula que nous trouvons ensuite dans la vallée de l'oued Kerma, sont comme ceux de Birkadem, de bons sols pour la culture maraîchère, l'arboriculture fruitière et la vigne.

La route remonte la vallée de l'oued Kerma jusqu'à 1 km de Crescia, puis atteint la croupe Crescia-Douéra. d'où elle permet de voir, sur la gauche, les croupes du Sahel, fortement érodées jusqu'aux marnes plaisanciennes, descendant en pente abrupte vers la plaine de la Mitidja.

De Douéra, nous revenons sur Alger par la vallée de l'oued Kalar que nous suivons jusqu'à son confluent avec l'oued Kerma.

la route remonte ensuite sur la ride principale du Sahel, orientée S.-S.O. — N.-N.E., qui permet de voir une région de petites exploitations uniformément réparties, grâce à la présence de nombreux puits. Cette zone présente des sols ocres, voisins de ceux que nous avons étudiés près de Draria. Cette arête, dominant le Sahel, est soumise d'une façon continue aux vents.

Après le carrefour d'Ouled-Fayet, on entre dans la zone des marnes bleues plaisanciennes, que l'on traverse jusqu'à l'autre arête sur laquelle est édifiée Dely-Ibrahim. Du monument Boutin, on jouit d'un beau panorama sur cette partie Nord du Sahel et son prolongement jusqu'à la mer.

On peut également se rendre compte de l'étendue des marnes plaisanciennes, qui témoignent d'une érosion intense à l'époque quaternaire. La couverture astienne a été décapée. Une partie, comme nous l'avons vu, a été entraînée vers l'Est et s'est déposée à l'état de sables rouges dans les régions de Birkadem-Saoula; une autre a été entraînée vers le littoral où elle forme actuellement les dunes qui s'étendent de Zéralda à Guyotville.

Quelques buttes témoins — butte 260,3. Signal 264,3 — au voisinage de la route, présentent en couverture quelques débris de l'Astien avec fossiles ; elles attestent l'intensité de l'érosion dans toute cette région.

De Dely-Ibrahim, la route pénètre bientôt dans la zone de la mollasse jaune de l'Astien que l'on aperçoit dans des carrières qui bordent la route. On atteint Ben-Aknoun ensuite, puis El-Biar et Alger.

EXCURSION DANS LA PLAINE
DE RELIZANE

(périmètre irrigué et terrains salés)

M. AUBERT.

La plaine de Relizane s'est constituée par alluvionnement au confluent du Chélif et de son affluent l'oued Mina. Elle ne représente qu'une zone, plus élargie vers le Sud, de la vallée du Chélif que les congressistes ont descendue depuis Affreville. Elle est bordée à l'Ouest-Nord-Ouest par les collines dites de Bel-Hacel, qui terminent le plateau de Mostaganem ; au Sud et au Sud-Est, par les derniers contreforts des monts de l'Ouarsenis.

A l'Est de la plaine s'étend, sur plusieurs kilomètres, allongé Nord-Est-Sud-Ouest, un lac salé, la Sebkha Bou Ziane. Celle-ci est entourée de collines peu élevées, constituées par des alluvions quaternaires argilo-limoneuses au Sud et à l'Est ; tuffeuses au Nord et à l'Ouest. Les congressistes ont pu les voir du train, à environ 15 kilomètres de Relizane.

1^{er} ARRÊT. — COLLINES DU BLED BARHOU :

CONSTITUTION GÉOLOGIQUE. SOL A CROUTE CALCAIRE

Les alluvions de la plaine de Relizane se sont formées, pour une très grande part, aux dépens des sédiments qui constituent les collines qui la bordent.

A 7 km au Sud de la ville, au bord de la route de Sidi-Mohamed-Ben-Aouda, et d'Uzès-le-Duc, les collines de rive droite de la Mina comportent :

A leur base, des marnes helvétiques, verdâtres en profondeur, grises, par l'altération, en surface, riches en gypse et irrégulièrement salées.

Au-dessus, sur une épaisseur de 3 à 5 m. suivant les points, et avec un léger pendage au Nord-Ouest, une série siliceuse de grès puis de poudingues ou lits de cailloux, et de nouveau de grès plus grossier.

Beaucoup plus développé dans la colline du fortin de Reli-

zane, où il présente un fort pendage au Nord-Ouest, cet ensemble y apparaît comme marin à sa base, et continental à son sommet.

Présentant là une épaisseur de plus de 2 m. viennent ensuite une masse sablo-calcaire (ocre ou déjà rougeâtre), puis sur 1 m. 80 une formation sableuse plus rouge.

A près de 3 m. de la surface apparaissent, dans ces sables un peu argileux rouges, des noyaux calcaires blancs.

1 m. 50 plus haut, ils passent à un calcaire blanc rosé crayeux et noduleux, dont la puissance est d'environ 60 cm.

A 85 cm. de la surface, il fait place à un calcaire noduleux plus dur, blanc, le « tuf » blanc.

A 60 cm. apparaît une croûte calcaire tendre, qui durcit à 40 cm. de la surface, et devient encore plus dure, litée et rosée dans les derniers centimètres.

L'érosion a amené cette croûte à être tout à fait en surface

En d'autres points de ces collines, en particulier plus à l'Ouest, en rive gauche de la Mina, la formation sableuse sur laquelle s'est formée la croûte, fait place à des éléments limoneux et parfois limono-argileux. Ils peuvent alors, comme à Ferry, être très semblables aux alluvions anciennes que les congressistes observeront ensuite.

A la base de ces collines s'étalent les alluvions très récentes, sablo-limoneuses, de la Mina, argileuses et salées du Chabet Messar. Ce dernier, par son cours souterrain, alimente en eaux très chlorurées une nappe située, plus en aval, sous la zone irriguée de la plaine ; par ses eaux superficielles, il sale les terrains qui bordent au Sud les collines dites de la Mina.

2^e ARRÊT. — SOL EN CULTURE IRRIGUÉE SUR ALLUVIONS ANCIENNES

Plus au Nord, la croûte calcaire s'enfonce sous la plaine où elle est recouverte par les alluvions anciennes.

A la suite de la période assez sèche, au moins pendant une partie de l'année, qui permet la formation de la croûte une période plus humide en provoque l'érosion, au moins par place. Les galets de croûte, assez arrondis, reposent en bien des points, par exemple dans le souterrain de la conduite forcée du canal de rive droite, ou dans le lit de l'oued Djema, au Sud de Ferry.

au-dessus de la croûte elle-même. Par-dessus se sont déposées des alluvions limono-argileuses, calcaires, brun rouge à noyaux calcaires plus clairs, assez durs. Ce sont les alluvions anciennes, souvent appelées, localement, « tuf rouge ». Elles ont donné naissance à un sol brun, assez humifère, fossile, que l'on observe souvent, protégé par les alluvions modernes, à des profondeurs variables, mais atteignant parfois, plusieurs mètres (vallées de l'oued Malah, de l'oued Kourara, du Chabet el Sfa, le long du chemin vicinal de Zemmora, etc...).

Le sol étudié, sous culture, à 3 km au sud de Relizane, est irrigué depuis 1942.

Il comporte :

De 0 à 20 cm. : un horizon de terre arable, marron, sans noyaux calcaires.

20 à 65 cm. : un horizon marron, argileux, présentant un pseudo mycélium blanc.

65 à 100 cm. : un horizon marron rouge, assez argileux, mais comportant des noyaux calcaires blancs, peu durcis ; en dessous, les alluvions anciennes, rouges, noduleuses.

Avant irrigation, ce sol, pauvre en humus, calcaire, se rapproche de ceux des steppes semi-arides.

3^e ARRÊT. — SOL CULTIVÉ ET IRRIGUÉ SUR ALLUVIONS RÉCENTES

Plus au Nord, les alluvions anciennes sont recouvertes par les alluvions récentes de la Mina. La superposition en est très visible non seulement dans des vallées comme celles de l'oued Mina ou de l'oued Djema, mais aussi dans beaucoup de sondages d'études forés par le Service Agrolologique de la subdivision des irrigations à Relizane.

Dans les vallées des grands oueds, ou de quelques-uns moins importants, comme l'oued Bousselit, alluvions anciennes, rouges et alluvions récentes, grises, s'observent très en amont.

Le sol observé sur alluvions récentes, sous orangerie irriguée au Nord de la ville, au bord de l'ancienne route de Bel-Hacel présente, sur un 1m. 10 d'épaisseur, un profil entièrement argileux, un peu limoneux, surtout à partir de 75 cm. Il a tendance à se fendre en surface. Il ne comporte ni concrétions, ni traces de sel.

En dessous de 1 m. 10 il est plus limoneux et un peu sableux. C'est un sol jeune.

4^e ARRÊT. — CHAMP D'EXPÉRIMENTATION — DRAINAGE
ET AMENDEMENT DES TERRAINS SALÉS

Une partie importante des sols de la plaine de Relizane est actuellement salée. Les causes de cette salure sont nombreuses.

Les alluvions marneuses formées à partir des marnes miocènes, souvent salées elles-mêmes, pouvaient être un peu salées lors de leur dépôt. Leur transport s'est fait sur des distances faibles et certains cristaux de sels, enrobés par l'argile, ont pu ne pas être dissous par les eaux, comme cela arrive actuellement dans les eaux de crue de la Mina. Celles-ci étaient déjà un peu salées par elles-mêmes.

Une nappe d'eau souterraine à profondeur variable, s'est formée sous la plaine, alimentée par l'infiltration des oueds et chabets, surtout lors de leur passage sur les sables, grès et lits de galets, à l'entrée de la plaine au Sud. Or, leurs eaux sont salées, dès qu'elles ont passé sur les marnes miocènes. Aussi cette nappe est-elle salée, et souvent très fortement (jusqu'à plus de 100 gr. Na Cl par litre dans le forage F 61).

Une irrigation très abondante a été pratiquée, dans cette région, depuis 50 ans. L'eau d'irrigation, encore légèrement salée actuellement malgré toutes les précautions prises par le Service de la Colonisation et de l'Hydraulique (0,4 à 0,5 gr. Na Cl par litre), l'était nettement plus autrefois.

En certaines zones d'aval, l'irrigation était pratiquée par pompage dans le lit de la Mina, où l'eau, même actuellement, peut dépasser 1 gr. Na Cl/litre, du fait du drainage général de la plaine salée, que réalise l'oued.

Les colatures et le drainage étant insuffisants ou inefficaces, les eaux d'irrigation ont fait remonter la nappe. Certaines grosses crues des oueds, en années très pluvieuses, y ont contribué aussi.

Cette nappe salée a pu ainsi arriver parfois jusqu'en surface apportant au sol des masses salines, toxiques pour le sol et pour les cultures et la végétation : surtout chlorure et sulfate de sodium.

Les eaux répandues pour l'irrigation ont aussi apporté en surface des quantités importantes de sels (Chlorure de sodium en particulier), qui sont, en forte proportion, retenues par les sols souvent très argileux.

Ainsi les sols se sont-ils transformés en sols salins et en sols à alcalis. Les cultures ne sont plus possibles dans ces zones où la teneur en NaCl par kg de terre sèche, dépasse 4, 5 et 10 gr. Certaines plantes, telles que *Suaeda* et *Salicornia* se développent abondamment. Ces terrains sont actuellement extraits de la zone d'irrigation, jusqu'à ce que l'on puisse réaliser un drainage efficace et y apporter les amendements nécessaires.

Un champ d'expérimentation vient d'être organisé au Nord du périmètre irrigué, en rive droite de la Mina, pour y étudier ces deux problèmes. Les congressistes y seront conduits.

Le profil du sol y est le suivant :

0 à 35 cm. : argile durcie, gris foncé, presque noire, à structure polyédrique sans traces de sel visibles.

35 à 70 cm. : horizon très argileux, à structure plus prismatique et comportant un mycélium salin très développé.

70 à 90 cm. : horizon assez analogue au précédent, mais présentant un peu moins de traces salines, et une structure plus diffuse en dessous, argile limoneuse grise d'alluvions récentes.

Les essais entrepris comportent la combinaison du drainage en tuyaux de poteries à des écartements de 10 à 20 m. avec des apports d'amendements, plâtre aux doses de 3 et 5 tonnes à l'hectare, et pyrites de fer à des doses équivalentes.

5^e ARRÊT. — ZONE STÉRILE SALÉE DE CHANTRIT

Entre le champ d'expérimentation et Relizane, puis à l'Ouest de la ville, de part et d'autre de la Mina qu'ils traverseront en aval du barrage de dérivation de Relizane, les congressistes passent au milieu des riches cultures maraîchères et des vergers d'agrumes, dont le développement a été très rapide dans toute la région, surtout depuis quelques années.

En rive gauche, plus au Nord, ils atteindront à nouveau la grande steppe salée à soudes et à salicornes. Auprès de l'importante ferme de Chantrit, actuellement presque abandonnée, s'étendent de grandes taches stériles. En saison sèche, le profil du sol y est le suivant :

0 à 2 cm. : poudre grise, très fine, d'argile sodique dessechée ;

2 à 5 cm. : horizon légèrement schisteux, mais presque uniquement composé de cristaux salins allongés ou disposés en houpettes ;

5 à 15 cm. : argile brune assez humide, lardée d'un pseudo mycélium blanc salin ;

En dessous : limon argileux, humide, gris jaunâtre avec par places, des taches plus bleutées (horizon de Gley) ;

En profondeur apparaît un niveau sableux.

Ce sol à alcalis, à argile dispersée, poudreuse en saison sèche, fluide en saison humide, représente le terme ultime de l'évolution des sols salés dans cette région. Il n'y existe que par taches.

Les congressistes pourront en voir une autre tache près du village de Clinchant, après avoir observé de nouveau des sols à alcalis à surface compacte, et des sols salins, plus grumeleux et présentant souvent dans l'horizon supérieur de grandes fentes de dispositions polygonales, dont la profondeur peut atteindre 70 cm. et la largeur 8 à 10 cm.

EXCURSION DANS LA RÉGION
DE PERRÉGAUX ET DE
SAINT-DENIS-DU-SIG

M. GAUCHER, Chef de travaux à l'Ecole
Nationale d'Agriculture d'Alger, Chef
du Bureau Scientifique du Paysannat.

Dans les régions salées, et en particulier dans les basses plaines oranaises, la salure des terres et les conséquences qui en découlent dans l'ordre agricole sont soumises à la complexité des conjonctures géologiques et hydrologiques au point que le pédologue risque de ne connaître qu'un aspect superficiel des phénomènes et de commettre des erreurs s'il n'approfondit pas la géologie et l'hydrologie avant d'aborder l'étude pédologique. L'excursion de Perregaux est destinée à mettre en relief l'importance primordiale exercée par ces facteurs géologiques et hydrologiques sur la genèse et la morphologie des sols salés.

Cette excursion comporte :

1° Un circuit sur tout le pourtour de la plaine au cours duquel des arrivées de sel de nature diverse seront examinées.

2° Un parcours dans la plaine elle-même : il permettra de voir les principaux types de terre, les conditions normales de végétation et quelques exemples caractéristiques de drainage.

ITINERAIRE

A. — PREMIERE PARTIE : CIRCUIT AUTOUR DE LA PLAINE

1. — PREMIERE HALTE. — *Entre l'Ougaz et le Sig*

Vue générale du périmètre du Sig

On remarque le développement pris par les oliviers dans le périmètre irrigué du Sig.

Périmètre irrigué du Sig : 5.600 hectares

Oliviers 1.783 —

Vergers divers 176 —

Agrumes 98 —

Ces superficies méritent d'être comparées à celles du périmètre irrigué de Perrégaux.

Périmètre irrigué de Perrégaux : 16.800 hectares.

Agrumes	3.780	—
Vergers divers	375	—
Oliviers	320	—

En somme, le Sig est le périmètre de *l'olivier*, Perrégaux celui des *agrumes*. Ce fait ne tient pas à la nature des terres car les terres du Sig sont très filtrantes, mais il provient essentiellement de la salure de l'eau d'irrigation.

Eau du barrage de Perrégaux : 0 gr. 50 de Na Cl p. mille d'une façon constante ;

Eau du barrage du Sig : 1 gr. 50 de Na Cl en moyenne et jusqu'à 2 gr. en année peu pluvieuse.

2. — DEUXIÈME HALTE

Tache salée située entre Perrégaux et Sahouria

Zone d'affleurement d'une nappe salée dont l'origine est au pied de la colline.

Alimentation par des sources salées situées dans les ravins qui débouchent des collines : salure de 4 à 7 gr. exprimée en Na Cl p. mille.

Alimentation possible aussi par des infiltrations provenant du lit de l'oued Attach qui coule sur la partie la plus élevée de son cône de déjection : salure de 3 à 6 gr. de Na Cl p. mille.

La partie située entre les collines et la route correspond à la zone d'extension maxima de la tache, celle-ci se rétrécit au Nord, au delà de la voie du chemin de fer.

Population de Soudes, avec Salicornes dans les parties très humides et *Atriplex halimus* sur la périphérie de la zone salée.

3. — TROISIÈME HALTE

Pont de l'oued Mekrallouf

L'oued Mekrallouf est un oued salé à salure constante et a débit permanent, à peu près constant lui aussi (salure 10,8 de Na Cl p. mille). Il est alimenté par les sources du Djebel el Djir, dôme à noyau de gypse d'âge sahelien, on retrouve en aval du pont les argiles grises sahariennes redressées et recouvertes d'efflorescences salines.

seul moyen d'augmenter
selon et augmenter
salt problem.

give case with
to open. great
used for controlled
grazing.

En somme on constate là la relation de l'oued salé avec :

1° La structure en dôme du relief,

2° Le Sahélien gypso-salin.

On verra plus loin l'action de ces eaux dans la plaine de
Nouvion.

4. — QUATRIÈME HALTE

Lit de l'oued Mekrallouf dans la plaine de Nouvion

On se trouve au début de la zone d'épandage de l'oued dont
le lit s'élargit progressivement et s'efface vers l'aval.

En amont, l'oued Mekrallouf reçoit en hiver les eaux des
marais de Bouguirate qui titrent de 1 à 2 gr. de sel.

L'aspect du lit montre que c'est l'eau de l'oued qui apporte
le sel. Les infiltrations de l'oued alimentent les puits situés à
proximité de son lit et même parfois assez loin de lui, leurs
eaux titrent entre 9 et 10 gr. de sel alors que les autres puits
de la région donnent une eau n'ayant que 1 gr. à 1 gr. 5 de
chlorures.

*
**

AU PASSAGE :

Source sulfureuse de l'Aïn-Mekeberta

Source sulfureuse hypothermale apparaissant sur l'axe de
l'anticlinal du Djebel Milar, anticlinal à noyau sahelien gypseux.

La thermalité est la preuve de l'origine profonde de l'eau.
sa localisation dans la partie axiale du pli constitue un exemple
de la « tectonique du gypse » et de ses incidences hydrologiques.

5. — CINQUIÈME HALTE — Flanc Nord du Djebel Milar

*Vue d'ensemble sur la partie orientale de la plaine de Perrégaur
et sur le synclinal de Sirat*

On voit :

Au Sud-Ouest, dans le prolongement du Djebel Milar, la
zone d'épandage de l'oued Mekrallouf, véritable Sebka recou-
verte d'efflorescences salines pendant la saison sèche.

A l'Ouest, dans la terminaison du synclinal de Sirat, une
zone à topographie indécise, heurtée — à « relief lunaire » — et
à hydrologie confuse où entrent en contact :

1° Les eaux salées du Mekrallouf venant du Sud, leur salure est d'origine sahelienne ;

2° Les eaux salées venant du Nord et de la profondeur, les premières étant indiscutablement d'origine triasique et les secondes l'étant vraisemblablement.

— Eaux salées du Nord — exemple : source thermale de Noisy-les-Bains, 17 gr. 13 de Na Cl p. mille, température : 25°.

— Eaux salées venant de la profondeur — exemples : Lac salé de Toumiette (une des prochaines haltes) ; Lac salé de Bou-Chintous : eau uniquement chlorurée, dépourvue de sulfate, mais salée à saturation.

3° Les eaux douces telles que celles de l'Haciane Mangoub.

En somme, pays de salure sahelienne au Sud ; de salure triasique au Nord :

— Enfin, on voit au Nord-Ouest le dôme triasique de Noisy-les-Bains avec son affleurement d'ophite.

*
**

AU PASSAGE :

Sources de l'Haciane Mangoub

L'Haciane Mangoub est un marais d'eau peu salée alimenté par des sources à débit et à température constants.

Salure : 1 gr. 55 de Na Cl p. mille ; température : 18°.

Ces eaux s'accumulent dans la zone des résurgences puis se déversent dans la dépression constituée par la plaine des Bordjias (partie orientale de la plaine de Perrégaux).

6. — SIXIÈME HALTE

Lac salé du Marabout de Toumiette

Lac d'eau salée correspondant à une venue artésienne d'origine vraisemblablement triasique, l'arrivée d'eau peu salée venant de l'amont brouille légèrement le phénomène.

Celui-ci est beaucoup plus net dans un autre lac salé situé légèrement au Sud-Est, le lac salé de Bou-Chintous où les indigènes recueillent tous les ans des *cristaux de sel pur* (le sel d'ori-

atrop
Had asoutr
salty lake

gine sahelienne est toujours mélangé à du gypse), mais le lac de Bou-Chintous est assez éloigné et son accès est difficile.

**

AU PASSAGE :

Vue sur Hamman Selama

En 1895, un sondage entrepris pour la recherche du pétrole à proximité d'un petit étang (le lac Mouilah) a rencontré, à 272 mètres de profondeur, dans des grès et des sables intercalés dans du gypse sahelien, une nappe dont l'eau est poussée par la force ascensionnelle du gaz carbonique.

L'émission est intermittente.

Température : 35° 5.

— Chlorures exprimés en Na Cl	9,75	p. mille
— Sulfate de magnésie	2,8	—
— Carbonate de chaux	2,8	—
— Gaz carbonique	41,7	—
— Présence de bore et de brome.		

L'eau se déverse et s'accumule dans la dépression naturelle située à proximité du sondage. Cette eau donne une idée de la nature des nappes comprises dans les sédiments sahéliens, leurs caractères peuvent être analogues aux sources thermo-minérales d'origine triasique.

7. — SEPTIÈME HALTE

Vue sur la partie occidentale de la plaine du Sig

— Immédiatement au-dessous, zone salée de la basse plaine envahie par les halophytes (notamment Salicornes et Arthrocnemon).

— Plus loin, le *Sbara*, butte du type des collines argileuses qui entouraient le Marabout de Toumiette, témoin superficiel d'un affleurement argileux continu en profondeur qui empêche le drainage naturel des eaux de la plaine vers la mer.

— On voit aussi :

au Nord-Est, le dôme de Noisy-les-Bains,

à l'Est, la plaine des Bordjias et le Djebel Milar,

au Sud-Est, le Djebel el Djir d'où s'écoule le Mekrallouf,

Mouilah
a level w
South
Port au
Paul

IV. 1
III. 2

au Sud, le centre Perrégaux précédé de la tache verte de ses orangeraiies,

au Sud-Ouest, le centre du Sig avec ses olivettes.

— Exposé succinct sur le drainage de la plaine.

8. — HUITIÈME HALTE

Lit de l'oued Tankrera

Lit d'oued analogue au Mekrallouf, amenant dans la plaine de l'eau salée d'origine sahelienne des secteurs méridional et occidental de la plaine.

Le lit est absolument semblable à celui du Mekrallouf, la végétation étant nettement plus halophile dans le lit et sur les berges qu'aux environs.

*
**

B. — DEUXIÈME PARTIE : PARCOURS DANS LA PLAINE ELLE-MÊME

1. — PREMIÈRE HALTE

Ancien village de Bou-Henni (au pont du Drain)

Nous sommes dans la partie relativement la plus basse et la plus salée : l'altitude est d'environ 13 mètres, la distance de la mer est d'une vingtaine de kilomètres. C'était avant 1880 une des zones les plus riches. Les inondations de 1880 et de 1900 réduisirent cette fertilité et l'inondation de 1927 produisit l'état de choses actuel.

Celui-ci est dû à une remontée de la nappe salée qui se manifeste dès la rupture de pente entre le niveau d'alluvions rubéfiées dites : « alluvions anciennes » et les alluvions grisâtres dites « alluvions récentes ». Les drains ne parviennent pas à améliorer les terrains qui, pourtant, sont sablonneux et résultent des apports de la crue de 1927. On observera la végétation typiquement halophile.

2. — DEUXIÈME HALTE

Collecteur de l'Habra

Type de collecteurs tels qu'ils furent conçus au début du programme de dessalement et d'assainissement inauguré en 1937. Par ses antennes poussées jusqu'à la lisière de la plaine, le

drain creva une poche d'eau salée qui titrait 80 gr. de sel au litre.

Ce collecteur sert à la fois de drain, d'évacuateur des eaux, de colature et de drainage et d'exutoire pour les eaux des crues des oueds et des ravins dont les lits disparaissent dès le début de la plaine.

L'entretien de pareils ouvrages est difficile et onéreux surtout en terrains sablonneux.

3. — TROISIÈME HALTE

Limite de la dépression argileuse et du cône de déjection de l'oued Habra

(croisement des routes à proximité de la ferme Charvet)

En limite de la zone déprimée de terres noires et salées, traversée depuis la dernière halte, on aborde le cône de déjection de l'Habra dont les dépôts éminemment sablonneux sont couverts d'orangers.

Au contact des deux zones, les agrumes ne sont pas encore dans leur élément, elles manifestent des signes de dépérissement et accusent la présence du salant.

4. — QUATRIÈME HALTE

Orangeraie de M. Fernandez

Une des plus belles orangeraies de la région de Perrégaux, plantée partie en 1939 et partie en 1942. On appréciera l'état de végétation des arbres et on remarquera la nature essentiellement sablonneuse des terres.

Renseignements complémentaires d'ordre agricole donnés par M. Simonneau, Conseiller agricole.

5. — CINQUIÈME HALTE

Plantation de citronniers de M. Monréal

Plantation également bien réussie, on remarquera :

- la nature toujours sablonneuse du sol,
- la végétation des arbres,
- l'abondance des fruits.

6. — SIXIÈME HALTE

Ferme Ravel

Drainage d'une plantation d'orangers avec drain tous les 100 mètres en carré. Résultats satisfaisants malgré l'insuffisance de profondeur de l'exutoire.

7. — SEPTIÈME HALTE

Ferme Gimenez

Plantation d'orangers faite dans des terrains assez forts et occupés précédemment par les plantes halophiles.

Drainage complet fait avec drains de poterie de 150 m/m de diamètre, profonds de 1 m. 20 et distants de 5 mètres. La plantation se trouve à la « limite économique » de la végétation : on remarquera sur certaines feuilles les traces caractéristiques du salant. Elle est maintenue par le drainage, par les travaux aratoires, les engrais et les irrigations judicieusement administrées (1.000 m³ à l'hectare) — rendement en 1946-47 : 420 quintaux à l'hectare.

Renseignements complémentaires donnés par M. Simonneau, Conseiller agricole de Perrégaux.

ITINÉRAIRE TLEMCEN EL - ARICHA

MM. DUCHE, Ingénieur des Services
agricoles, Professeur à l'Ecole
d'Agriculture à Sidi-Bel-Abbès.

HENRY, Ingénieur des Services agri-
coles à Tlemcen.

I. — APERÇU D'ENSEMBLE

Cet itinéraire, suivant une direction Nord-Sud, permet de pénétrer dans la zone des Hauts-Plateaux oranais, comprise entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien.

Cet itinéraire se divise en trois tronçons :

1° Tlemcen — Sebdou (38 km.) correspond au franchissement de l'Atlas Tellien (Monts de Tlemcen).

2° Sebdou — El-Aricha (48 km.) correspond à une région de transition entre les hautes plaines de l'Atlas Tellien et la Steppe.

3° El-Aricha en direction de l'Atlas Saharien (130 km.) correspond à la Steppe proprement dite.

Ces trois zones aux aspects différents sont surtout caractérisées par une pluviométrie plus ou moins élevée en automne et en hiver, peu importante au printemps, nulle en été. Les quantités diminuent d'ailleurs d'une façon très sensible au fur et à mesure que l'on se dirige vers le Sud où elles deviennent rapidement insuffisantes pour les besoins agricoles.

Moyenne des pluies enregistrées aux principaux points :

LIEUX	Altitude	Eau tombée
Tlemcen	820 m.	641 m/m
Sebdou	958 m.	419 m/m
El-Aricha	1.380 m.	297 m/m
Sud-El-Aricha..	1.000 m.	200 m/m

L'état hygrométrique est aussi beaucoup moins élevé que dans le Tell, surtout durant l'été.

HYGROMETRIE

LIEUX	Printemps	Eté	Automne	Hiver
Nemours (Tell)	74 %	72 %	75 %	74 %
Tlemcen	61,4	49,8	60,7	72
El-Aricha	52,6	38,4	53,9	64

Les quantités d'eau évaporées sont aussi plus élevées sur les Hauts-Plateaux, que sur le Littoral, l'été surtout.

Quantités d'eau évaporées par jour en m/m :

LIEUX	Printemps	Eté	Automne	Hiver
Nemours	3,5	4,5	4,1	3,1
Tlemcen	4,9	8,6	6,4	3,9
El-Aricha	5,4	10,7	6,0	3,1

Ces conditions climatologiques permettent d'expliquer la physionomie changeante des régions traversées, lesquelles, en moins de 10 km. conduisent de Tlemcen, dont le climat rappelle celui du midi de la France, aux vastes steppes alfatières d'El-Aricha.

II. — DESCRIPTION DES ZONES TRAVERSÉES DE TLEMCEEN A SEBDOU :

Tlemcen est situé dans une sorte de cirque en forme de croissant sur le flanc Nord des Monts de Tlemcen orientés du Sud-Ouest au Nord-Est.

Ville arabe et française à la fois, ce centre a toujours présenté un grand attrait en raison de son passé historique et de son site enchanteur aux inombrables sources.

La route du Sud, très pittoresque, traverse d'abord la verdoyante campagne de Mansourah où se dressent au milieu des vergers, des oliviers et des vignes, les antiques murailles et les tours construites par les rois Mérinides venus de Fez vers l'an 1300. Puis, par de nombreux lacets, commence l'escalade de l'Atlas qui constitue un important massif jurassique où dominent les calcaires. Cette région montagneuse est dans son ensemble

couverte de forêts, de chênes verts et de chênes-lièges sur son versant Nord.

Le franchissement de l'Atlas se fait en deux tronçons :

— Le premier tronçon Tlemcen-Terni (14 km.) correspond à l'escalade du premier chaînon par la magnifique forêt du Zarifet et le col du même nom, d'où l'on découvre la plaine sublittorale qui s'étale des monts de Tlemcen aux monts des Traras.

Le petit village de Terni est construit au centre d'une cuvette de faible importance qui est en miniature le type des hautes plaines du Tell au climat froid et irrégulier.

— Le deuxième tronçon Terni-Sebdou (24 km.) correspond à l'escalade du deuxième chaînon par une gorge étroite, et le col de Talterny (1.450 m. d'altitude) d'où l'on a une vue splendide sur le Sud. La descente sur le versant Sud est très rapide, la végétation est plus pauvre et le sol beaucoup plus rocailleux.

On arrive à Sebdou par un large couloir qui domine cette région de plusieurs centaines de mètres de haut. Sur la gauche, on peut voir, sortant d'une grotte, une petite rivière qui constitue le cours supérieur de la Tafna. Cette dernière descend de cascades en cascades jusque dans la plaine de Sebdou d'où elle oblique vers l'Ouest dans une vallée enserrée de hautes montagnes.

La plaine de Sebdou est encore plus caractéristique que celle de Terni, beaucoup plus vaste, elle est également formée d'alluvions quaternaires, elle est séparée des Hauts-Plateaux par un simple bourrelet jurassique. Terni est un ancien poste fortifié dont l'organisation remonte à 1842 ; un premier essai de colonisation y fut tenté vers 1880, époque à laquelle 570 ha furent répartis. Plus récemment, en 1920, un nouveau périmètre fut livré à la colonisation.

Toutes ces tentatives n'ont pas été très heureuses. Le climat est très rigoureux, marqué par des gelées de printemps très fréquentes et par des températures très élevées dès le mois de mai. La pluviométrie est très irrégulière et les cultures de céréales très aléatoires.

L'élevage est la seule spéculation agricole rentable.

Cette région doit être considérée comme une zone de transition entre les plaines sublittorales et la steppe proprement dite.

DE SEBDOU A EL-ARICHA :

On traverse le Djebel Lato. Cette zone encore boisée est un bel exemple de forêt dégradée. On pénètre ensuite dans une plaine d'altitude moyenne supérieure à 1.000 mètres, encadrée par des montagnes :

— Au Nord le Djebel Lato (1.370 m.), le Djebel Ouargla (1.717 m.), le Djebel Takfart (1.360 m.) dépendant tous trois du massif jurassique de Tlemcen.

— Au Sud et au Sud-Est le Djebel Sidi-Abed (1.640 m.) jurassique, le Djebel Mekaïdou (1.436 m.) crétacé. Ces deux derniers formant une apophyse des monts de Daya vers le Sud-Ouest jusqu'à Berguent au Maroc.

Cette plaine, formée d'alluvions pliocènes et quaternaires, constitue une zone à alfa, qui est bien visible à partir de la dépression du Dayet el-Ferd où s'accumulent les eaux de ruissellement.

Dans les bas-fonds, non salés, les nomades campent pendant toute une saison, entreprenant quelques cultures d'orge, dont la réussite est conditionnée par une pluviométrie favorable entre le 15 mars et le 15 avril.

EL-ARICHA — ATLAS SAHARIEN :

Le centre d'El-Aricha est édifié à la limite Nord des Territoires du Sud, dans une légère dépression qu'on atteint à la faveur d'une cassure entre les Djebels Mekaïdou et Sidi-el-Abed.

El-Aricha est vraiment une base de départ vers les immenses steppes qui s'étendent à perte de vue jusqu'à l'Atlas Saharien sur une distance Nord-Sud de 150 kilomètres environ.

Cette région présaharienne comprend deux zones assez différentes :

1° Une zone alfatière qui s'étend sur une vingtaine de km. au Sud d'El-Aricha. Elle est formée de larges ondulations coupées de dépressions qu'empruntent les oueds. Cette zone alfatière est couverte d'un peuplement très dense qu'exploitent çà et là des chantiers d'alfa.

2° Une zone à pâturages qui lui fait suite, sur un plateau légèrement incliné vers le Sud. Cette zone convient pour l'élevage du chameau et du mouton, tout au moins dans la période des pluies, car les points d'eau sont rares. Dans cette zone caractérisée par le chih et le thym, les touffes d'alfa sont de moins en moins nombreuses et le sol est de plus en plus sablonneux à mesure que l'on se rapproche de l'Atlas Saharien. Cette steppe à faciès déjà désertique, est balayée par les vents et les tourbillons de sables. Elle présente au point de vue économique très peu d'intérêt.

La pénétration dans cette steppe se fait par la piste d'El-Aricha à Mecheria qui passe à proximité des grands Chotts Chergui et Gharbi particulièrement riches au point de vue minéralogique (soufre, gypse, argile smectique, etc...).

TRAJET DE TLEMCEN A
NEMOURS PAR NÉDROMAH
ET LA COLONNE DE
MONTAGNAC

MM. MONJAUZE, Inspecteur principal
des Forêts.

AUBERT.

En sortant de Tlemcen, la route traverse rapidement les affleurements les plus septentrionaux des calcaires dolomitiques du jurassique supérieur. Entre les roches mises à nu par l'érosion ils portent une mosaïque de sols dégradés, rouges et brun rouge, sur lesquels la végétation actuelle est réduite schématiquement à *Chamærops humilis* et *Calycotome intermedia* rongés par l'exploitation et le parcours. La forêt naturelle y serait la chênaie de *Q. Ballota* et *Q. boetica*, depuis longtemps disparue. Rarement conservés les principaux substituts en demeurent *Pistacia lentiscus*, *Q. coccifera* et *Cratoegua monogyna*.

Sur 35 km., de part et d'autre de la Tafna, la route coupe une série de plateaux d'origine miocène et quaternaire où alternent les marnes et les alluvions caillouteuses ou limoneuses souvent cachées par des formations de carapace calcaire. Les sols y sont très variés, remaniés ou dégradés par la culture et l'érosion. Les mieux conservés présentent le faciès brun-rouge des sols à olivier-lentisque, le faciès plus brun, voire noirâtre et quelquefois rendziniforme des sols steppiques à palmier nain. Ces deux formations subclimatiques ont dû longtemps alterner dans le passé selon la plus ou moins grande activité prédatrice des tribus nomades. Les seules essences probablement climatiques sont le pistachier de l'Atlas (*P. Atlantica*), très rare à observer mais qui se régénère clandestinement contre les ceps des vignobles, substitué souvent par *Zizyphus lotus* et dans les ravins humides, *Fraxinnus Oxyphylla*, *Populus alba*, *Simlar aspera* qui devaient former des forêts galeries il y a encore peu de temps. Il ne correspond aujourd'hui à leurs reliques, aucune trace de paléosol particulier.

Les érosions des plateaux quaternaires qui s'ouvrent au passage de la Tafna, méritent une attention particulière. Elles sont le résultat, en cent ans, de la protection bienveillante et

quelquefois intéressée de l'économie primitive par un libéralisme occidental non adapté à la réforme de cette économie.

Jusqu'à Nedromah, la route gravit ensuite le massif du Filaoucène où les affleurements du jurassique supérieur percent des épanchements et des intrusions éruptives. Sur cette montagne où une économie sédentaire longtemps très repliée sur elle-même n'a pas toujours permis une consommation accélérée du capital naturel, il existe des sols mieux conservés, constitués sous des formations de forêt-steppe à : olivier-lentisque et thuya (*Tetraclinis articulata*) ayant par place couvert le terrain longuement et étroitement. Aujourd'hui sous un climat de liberté s'achève la destruction des *Q. betica*, *Q. ballota*, *P. atlantica* des hautes pentes et de la forêt steppe ou du maquis des versants inférieurs. Sur les versants Nord se maintiennent quelques lambeaux de pseudo Tchernozem dont un exemple caractéristique est visible à peu de distance de la route entre l'oued et Diene et l'oued Mekdalfa.

Il est analysé comme suit par M. Aubert :

De 0 à 20 cm. : sol brun-noir, de structure assez grenue (R N II) ;

De 20 à 100 cm. : horizon noir, assez argileux, à structure grenue plus nette (R N 12 à 40) ;

De 100 à 140 : calcaire crayeux, assez durci. brun rose (RN 13 à 120).

En dessous, la masse de calcaire crayeux, assez tendre, blanc rosé, contenant quelques pierres peu décomposées (R N 14) ;

Un pseudo mycélium calcaire est apparent, surtout vers 40 à 60 cm. de profondeur.

La ferrugination, actuelle, est perceptible sur le parement.

En descendant sur Nedromah, on traverse une intrusion granitique aux sols dégradés et dont le service de la Restauration des sols a entrepris la fixation par des travaux d'ouverture de fossés. On peut y observer plusieurs coupes dans un sol sablo-granuleux légèrement humifère, peu épais en dessus de la masse granitique en voie de décomposition. *Myrtus communis*, *Ampelodesma mauretànica* et *Grataegus monogyna* y sont les rares substituts de l'antique forêt de *Q. Suber*.

La route longe le piémont du Filaoucène jusqu'à l'oued Tafna dont le lit se creuse entre les assises basaltiques et mar-

neuses des anciennes montagnes du miocène littoral. Ces sols sont soumis à une érosion intense. La partie supérieure du bassin versant du Tafna, près de la Colonne de Montagnac, fait l'objet de travaux de restauration où l'on peut également examiner diverses coupes. Un rapport de M. Aubert en a donné quelques analyses. La composition de ces sols, dont les plus beaux s'apparentent aux pseudo Tchernozems retrace l'histoire de la forêt-steppe à olivier-lentisque et palmiers-nains colonisés par *T. articulata* dans les débuts de sa dégradation. Au cours des 20 dernières années, cette forêt a entièrement disparu (Voir note n° 1).

Atteignant un peu plus loin la route de Marnia à Port-Say, on retrouve quelques beaux échantillons de sols noirs à palmiers-nains, passant de la rendzine au pseudo tchernozem, et l'on domine le bassin versant de l'oued Kouarda, cirque d'érosion intense où ne semblent plus résister que des îlots d'un pli de déversement liasique sur les terrains miocènes. On redescend ensuite sur Nemours par une série de plateaux ondulés sujets à l'érosion.

Après une visite du bassin de l'oued Touent, à l'est de Nemours, dont l'étude pédologique a été effectuée également par M. Aubert et où les travaux de restauration du sol permettent l'observation de diverses coupes, on remonte à Nedremah par la vallée extrêmement dégradée de l'oued Sidna-Youcha (Voir note n° 2).

Sur le chemin du retour, après avoir quitté, au-dessus de la rive droite de la Tafna, la route de Nemours à Tlemcen, on traverse une série de plateaux où dominant des sols bruns ou rouges, souvent sur carapace et recouverts de riches cultures. On longe enfin, avant de rejoindre Oran, les sols à alcali de la grande Sebkha.

Tlemcen, le 30 janvier 1947.

NOTE N° 1

« L'un des sols les plus typiques présente, à l'altitude de 400 mètres environ, sur une pente exposée N.-N.-O., la coupe suivante :

0 à 25 cm. : horizon assez limoneux, gris clair, pauvre en humus.

25 à 60 cm. : horizon fortement humifère à structure en partie granuleuse.

60 à 100 cm. : horizon plus argileux à structure plus polyédrique.

100 à 125 cm. : horizon brun rougeâtre assez argileux, à structure polyodrique.

En dessous : la roche unie, masse sablo-calcaire, en partie noduleuse.

Sur le versant exposé au Sud, le sol est beaucoup moins humifère, gris et très érodé.

En quelques points, à l'exposition Est, l'on observe des sols rouges ou brun-rouges, sablo-limoneux en surface, plus argileux en profondeur, assez épais.

NOTE N° 2

« Ainsi, à l'altitude de 140 mètres, à l'exposition Sud-Ouest, le sol formé sur les masses calcaires, assez tendues, est très humifère et possède une structure grenue, mais n'a qu'une faible épaisseur.

A une altitude voisine de 200 mètres, on trouve soit des sols humifères, souvent rendziniformes, sur des blocs de carapace calcaire, soit des sols brun-rouges, plus argileux.

A plus forte altitude les sols si riches en matières organiques ne s'observent plus. Près du sommet de la colline (365 mètres environ), ils sont généralement squelettiques. Dans quelques poches, ils peuvent être plus épais et légèrement lessivés.

EXCURSION FACULTATIVE
DANS LE DÉSERT SUD-
ORANAIS AVEC LE LABO-
RATOIRE DE BIOLOGIE
SAHARIENNE DE BENI-
OUNIF, comme CENTRE

M. KILLIAN, Professeur de Botanique
expérimentale à la Faculté des Scien-
ces d'Alger.

Beni-Onif, situé au pied de l'Atlas Saharien, près de l'ancienne ville marocaine de Figuig, à 825 m. d'altitude, a un climat typiquement nord-saharien. De ses caractéristiques climatologiques (Selon Dubief et Lauriol, 1943), voici les plus importantes : Les pluies sont réduites à une moyenne annuelle de 89,2 mm. ; au printemps, en avril par exemple un maximum de 12,5 comme moyenne des totaux des hauteurs quotidiennes 4,5 mm. Ces pluies, combinées avec une hausse sensible de la température moyenne (de 14,1 en mars à 18,7 en avril) peuvent déclencher une poussée abondante de végétation annuelle. Cependant, la moyenne de l'humidité relative, en avril, peut tomber à 27 % l'après-midi, la sécheresse étant aggravée par un nombre de vents de sable moyen de 2,8 qui sont au maximum ce mois-ci.

En automne, au contraire, bien que les chutes de pluies soient plus importantes (32,4 mm. de moyenne totale en octobre par exemple), elles sont suivies de trop près par les froids intensifs de l'hiver pour modifier fondamentalement l'aspect estival de la végétation.

Trois régions biogéographiques se pénètrent à Beni-Onif :

1. — La région Marocaine au Nord-Ouest,
2. — La région de l'Atlas Saharien au Nord-Est,
3. — La région saharienne proprement dite.

A cete diversité phytogéographique correspond la diversité des sols, dont l'étude génétique a été ébauchée par M. Del Villar (publ. Lab. Sah. n° 17), complétée par les études microbiologiques de Feher et Killian (publ. n° 8) et Killian (Publ. n° 9).

Parmi les traits généraux des sols, on peut retenir :

1. — La rubéfaction,
2. — La formation à la surface des roches d'une patine noirâtre, dans les formations terreuses d'un pavé caillouteux et d'un masque, parfois en mince pellicule, parfois très épaisse à structure poupetteuse,
3. — La pauvreté en humus en relation avec la pauvreté microbienne,

4, — L'entassement de sables éoliens.

On peut identifier les types de sols suivants, à Beni-Ounif :

1. — Les sols sodiques,

2. — Le sol calcaire subsodique rubescent à masque et aussi à croûte ou gléi ou à « rounded mounds »,

3. — Le sol calcaire plus ou moins sodique à tapis caillouteux (rog),

4. — Le sol calcaire noirâtre anthropogène subsalé,

5. — Le sol psammo-calcaire plus ou moins sodique,

6. — Le sol sableux décalcifiant des *dunes*,

7. — Le calvero rocheux, terreux ou sableux,

8. — Le squelette rocheux des *hamadas*,

9. — Le squelette sableux de l'erg.

Par rapport à la surface du terrain, c'est le *hamada*, constitué par des grès crétacés de l'Albien qui en occupe la majeure partie.

Sa flore, très clairsemée, est constituée par des chaméphytes et des mano-phanérophytes extrêmement xérophiles, associés à quelques rares hémicryptophytes. Les géophytes sont à peu près nuls et les thérophytes se localisent dans les fissures terreuses et abritées (Maire, Phyto-géogr. Algérie et Tunisie).

En s'élevant très doucement vers l'Atlas saharien, le *hamada* cède sa place au *reg*, caractérisé par son tassement et son faible pouvoir pénétrant pour l'eau. La fraction argileuse qui prédomine en surface, au lieu de contre-balancer les défauts du cailloutis, ne fait que les accentuer.

Le *reg* abrite, par conséquent, une végétation très clairsemée formée surtout de nanophytes et de chamiphytes, extrêmement xérophiles parmi lesquels une espèce formant de gros cousins durs, *Anabasis crétioides* domine toute la physionomie du paysage (Killian, Publi. Sahar. n° 10).

En raison de son imperméabilité, le *reg* peut renfermer beaucoup de nitrates ni lessivés, ni absorbés par la végétation (Killian publ. Sah. 13). Extrême pauvreté en microorganismes, diminuant rapidement en profondeur.

Une importante partie des bas-fonds entourant le laboratoire est occupée par un sol d'un blanc crayeux : il s'agit de

limons fluviatiles provenant d'une ancienne nappe d'épandage, très riches en calcaires et peu pénétrables. Ils sont occupés par une végétation relativement riche, sélectionnée par la plus ou moins grande perméabilité due à un apport plus ou moins important de sable éolien. Cette différenciation a été étudiée pour les stations situées à la périphérie des oasis (Killian, Publ. Sah. n° 14).

Au centre de la zone d'épandage le limon supporte des monticules (Nebku), dunes en miniature, couronnées par un buisson épineux, *Zizyphus Lotus*. Ses feuilles caduques produisent un humus d'excellente qualité, anomalie en climat saharien (Killian, Publ. Sah. n° 16).

La flore du limon est relativement variée et renferme, à côté des derniers représentants de la végétation steppique du Nord de l'Atlas saharien, des représentants typiquement sahariens ; dominant les buissons épineux, en particulier le *Zilla macroptera* (Crucifère) et le *Launea arborescens* (Composé) identifiables au printemps par leurs fleurs et la forme de leurs feuilles caduques. Un autre type de plantes aphylls est celui des végétaux genistoïdes appartenant également à diverses familles.

Aux abords immédiats du laboratoire se trouve une flore intéressante de plantes rudérales (nitrophyles).

Par contre, les sols des dunes fixées et des dunes mobiles rares aux environs, apparaissent à 8 km. au Nord.

Ils ont été étudiés comparativement au point de vue microbiologique (Killian, Publ. Sah. n° 9).

Les dunes mobiles sont occupées par une Graminée fixant les sables, *Aristida pungens*, de rares nano-phanorophytes et et hemicryptophytes, des chaméphytes et surtout de nombreux thérophytes.

Il existe, finalement, des petits îlots de sols salés couverts de Halophytes typiques.

Des renseignements plus détaillés sur toutes les questions intéressant le désert pourront être fournis par les collections et la bibliothèque du Laboratoire de biologie saharienne de Beni-Ounif.

Imprimeries
"La Typo-Litho"
et Jules Carbonel
réunies

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'étude du Sol

L'ALGÉRIE

Agricole

PAR

M. BERTHAULT

Professeur à l'Ecole Nationale d'Agriculture d'Alger,
Membre de l'Académie d'Agriculture.

M. BARBUT

Inspecteur Général de l'Agriculture en Algérie.

CONFÉRENCE INTERNATIONALE
DE
PÉDOLOGIE MÉDITERRANÉENNE
1947

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'étude du Sol

L'ALGÉRIE

Agricole

PAR

M. BERTHAULT

Professeur à l'Ecole Nationale d'Agriculture d'Alger,
Membre de l'Académie d'Agriculture.

M. BARBUT

Inspecteur Général de l'Agriculture en Algérie.

CONFÉRENCE INTERNATIONALE

DE

PÉDOLOGIE MÉDITERRANÉENNE

1947

L'ALGÉRIE AGRICOLE

LE MILIEU NATUREL

A. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

En marge des conférences et communications des savants spécialistes participant à ce congrès, l'exposé que, pour répondre à la demande des organisateurs, nous vous présentons, M. Berthault et moi, n'a, au moins dans sa première partie, aucune prétention à l'originalité. Il vise simplement à faciliter votre compréhension d'un pays où beaucoup d'entre vous abordent pour la première fois, et qu'il ne sera pas possible, pendant les quelques jours où vous serez ses hôtes, de vous faire connaître sous tous ses aspects : juxtaposition de régions différentes, pays complexe dans son relief, varié dans ses paysages et son peuplement, et où, suivant l'expression du Pr. Despois, « la nature et les hommes semblent avoir de tout temps collaboré pour empêcher que se réalisât son unité ».

Inséparable géographiquement du Maroc et de la Tunisie, avec lesquels elle forme une grande région naturelle dont elle couvre environ les 3/7, l'Algérie, l'Algérie du Nord tout au moins, celle qui s'étend jusqu'au pied de l'Atlas Saharien, appartient à la « Berbérie », définie souvent comme une portion d'Europe accolée au compact continent africain.

Elle diffère cependant de ses voisines « dont elle n'a ni les larges plaines, ni la double exposition marine ». Elle s'étend très loin vers le sud — 2.000 kms au méridien d'Alger — et cette partie méridionale de son territoire dépasse le Tropique et entre en coin dans la zone torride. On conçoit que du point de vue climat, notamment, les contrastes, voire les oppositions, soient très marquées entre le Nord qui appartient à la zone tempérée chaude et le Sud.

Le Nord, c'est-à-dire la Berbérie, est une dépendance méditerranéenne ;

Le Sud, c'est-à-dire en fait le Sahara désertique, avec ses rares oasis et quelques massifs montagneux (Hoggar), est seul spécifiquement africain.

C'est à l'Algérie, du Nord que nous bornerons essentiellement notre exposé.

Qu'on l'aborde par le Nord ou par le Sud, elle apparaît comme un pays de « hautes terres », dont l'altitude moyenne est de 8 à 900 mètres, et dont l'orographie est caractérisée par deux systèmes montagneux orientés Sud-Ouest - Nord-Est : l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud. Entre les deux s'étend une zone de Hautes plaines résultant d'accumulations d'alluvions, sans débouchés vers la mer, ne laissant émerger que les sommets. De nos jours encore, les oueds et les eaux de ruissellement y aboutissent souvent à des dépressions salées : « sebka » ou « zahrez ».

« Le relief de l'Algérie est dû au plissement et à la surrection, à l'époque tertiaire, des sédiments déposés au fond des mers bordières du vieux continent africain, à l'époque secondaire et au début du tertiaire » (Pr Despois).

Le Sahara, socle de roches anciennes, et non fond de mer récemment asséché, comme on l'imaginait encore il n'y a pas bien longtemps, a été la masse rigide, contre laquelle ont été refoulés les plis de l'Atlas.

Bien qu'affecté dès l'époque carbonifère, par les plissements « hercyniens », ce sont les plissements « pyrénéens » (Eocène inférieur) et surtout « alpins » (miocène moyen), complétés par un important travail d'érosion et d'alluvionnement qui ont sculpté le relief actuel de l'Algérie.

« Quant à son climat, il est, dit Demontès, la résultante d'une double action méditerranéenne et saharienne : l'une vivifiante et l'autre meurtrière et brutale ».

D'après Lasserre, le climat de la côte n'est nullement marin, comme on pourrait le croire a priori. L'amplitude annuelle dépasse partout 10° (13°5 à Alger), et elle s'accroît en même temps que l'amplitude diurne, au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la côte et qu'on gravit les pentes de l'Atlas Tellien. Les hautes plaines ont un climat nettement continental (amplitude annuelle de 20° et au-dessus). Janvier est encore le mois le plus froid, mais juillet et non plus août, est le mois le plus chaud. Les vallées sublittorales, même rapprochées de la mer, ont également un climat continental (Cheliff, Sebaou, Soumamm, Seybouse).

L'humidité atmosphérique décroît du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest.

Les chutes de plutes présentent de grandes inégalités. Sur le littoral et le versant nord du Tell, la tranche annuelle croît de l'Ouest à l'Est de moins de 500 m/m à Oran, à 700 m/m à Alger, et jusqu'à plus de 1 mètre dans certains massifs montagneux du Constantinois (Massif de Collo jusqu'à 15 et 1.800 m/m).

Cette tranche diminue rapidement du Nord au Sud. La partie nord des hautes plaines à céréales ne reçoit guère que 350 à 400 $\frac{m}{m}$, le sud, steppique, souvent moins de 200 $\frac{m}{m}$.

On distingue nettement dans l'Algérie du Nord, une saison sèche et une saison des pluies. Mais on note d'importantes variations, qui enlèvent à peu près toute signification à la notion de « moyenne pluviométrique », et se traduisent, soit par une chute tardive des pluies d'automne, soit par une sécheresse précoce de printemps, qui mettent souvent les récoltes en péril. Il n'est pas rare que la plus grande partie de la tranche annuelle tombe en quelques mois seulement, sous forme de pluies torrentielles (jusqu'à 1 $\frac{m}{m}$ par minute, pendant 1/2 heure), dont la puissance d'érosion sur les sols non protégés par la végétation, est considérable.

La neige, exceptionnelle sur le littoral, est fréquente, mais de courte durée sur les Hautes Plaines, plus durable seulement sur les sommets, sans persistance cependant d'un hiver à l'autre.

Les vents sont souvent violents, notamment sur les Hautes Plaines, et l'érosion éolienne est appréciable. Les vents du sud ou « sirocos », dont l'effet thermique très marqué en été (40° et plus), se complique d'une grande sécheresse de l'air, causent souvent aux récoltes de véritables désastres ; en même temps qu'ils exercent un effet déprimant sur l'organisme humain.

Les gelées blanches ne sont point rares, au printemps, dans les plaines, les cuvettes, les fonds de vallées et sur les Hauts Plateaux.



En définitive, structure, relief et climat, partagent l'Algérie en trois grandes zones plus ou moins parallèles à la mer : d'où les trois grandes divisions classiques du Tell, des Hauts Plateaux et du Sahara. De plus, certaines dissemblances permettent de distinguer, surtout dans la zone tellienne, une Algérie occidentale, et une Algérie orientale, assez bien délimitées par une ligne partant du littoral algérois vers le massif du Chenoua, passant vers Médéa, laissant à l'Est la cuvette du Hodna, et s'étendant vers Biskra.

C'est évidemment dans le cadre des grandes régions naturelles que s'inscrivent les différentes régions agricoles de l'Algérie, puisque ce sont essentiellement les facteurs sol et climat qui déterminent les possibilités culturales d'un territoire donné. Cependant, le facteur humain, joue ici un rôle important, et certaines régions ont été complètement transformées par son action (zone maraîchère du littoral algérois, périmètres dominés par les grands barrages, etc.). Mais si les interventions de l'homme ont permis dans beaucoup de cas d'accroître sensiblement la production d'une région, pour avoir ignoré ou surestimé les limites de son action, pour n'avoir pas procédé au

préalable à une étude agrolologique approfondie, ou l'ayant fait, pour n'avoir pas attaché assez d'importance aux facteurs climatiques, la colonisation française a enregistré dans ce pays certains échecs qui sont dans toutes les mémoires (zone sud des Hautes plaines à céréales).

Dans le même ordre d'idées, des imprudences, ou des destructions dont il faut souvent situer l'origine à la fin de l'occupation romaine, et dont il existe, comme vous pourrez le constater vous-mêmes, de trop nombreux exemples : défrichements ou déboisements intempestifs de terrains de montagne, excès de depaissance, excès d'irrigation dans certaines zones salées, etc., ont contribué à la dégradation temporaire ou définitive de sols autrefois fertiles.

Ce sont ces imprudences et négligences de l'homme qui expliquent la quasi-stérilité actuelle de zones, où l'on retrouve des vestiges de civilisation et de peuplement qui ne sont point tellement éloignés de nous. D'où l'importance aussi des travaux de conservation et de restauration des sols, pour lesquels le Gouvernement Général de l'Algérie fait depuis quelques années un effort financier et technique appréciable, dont il vous sera exposé d'abord, puis montré ensuite, quelques-uns de ses premiers résultats.

Il reste à l'Algérie, à entreprendre l'étude pédologique et agrolologique approfondie de ses zones cultivées. L'étude proprement pédologique de Del Villar, les travaux de caractère agrolologique, géologique et botanique de Ficheur, Trabut, Arambourg, Pouget, Ville, Savornin, Dalloni, Dr Maire, Killian, Roseau, Léonardon, Chevalier, Gaucher, etc., en constituent les premiers éléments. Le congrès d'aujourd'hui contribuera à leur donner un nouvel essor.

B. — LES RÉGIONS AGRICOLES

Les divers auteurs qui les ont décrites, ont adopté des classifications variables, mais où se retrouvent cependant les grandes divisions classiques citées plus haut.

Nous reprendrons celle retenue par l'un de nous dans le cours d'agriculture comparée qu'il professe à l'Ecole Nationale d'Agriculture d'Alger (Institut Agricole d'Algérie), et qui tient largement compte des réalités agricoles et humaines. Elle peut être résumée comme suit :

Les Sahels. — Sahel d'Alger : Zone littorale. Sahel proprement dit. Sahel d'Oran.

Les Plainnes sublittorales. — Mitidja. Plaine d'Oran. Plaine de Bône.

Les Vallées alluvionnaires de basse altitude. — Vallées du Chélif et de la Mina. Plaine des Issers. Vallée de la Soumamm. Vallée du Zeramna et du Saf-Saf.

Les Plaines intermédiaires entre les plaines sublittorales, les vallées et les Hautes plaines :

- Zone de la M'leta.
- Zone des Flittas.
- Zone de la Mekerra (Sidi-bel-Abbès).
- Plaine des Beni-Sliman et des Aribes.
- Zone de Guelma.

Les Hautes plaines à céréales :

- Plaine des Maalifs.
- Région Tiaret-Frenda.
- Plaine du Sersou.
- Hauts Plateaux de Sétif.
- Hauts Plateaux Constantinois.

Les zones de montagne :

a) Avec colonisation européenne : régions de Médéa, Miliana, Mascara, Tlemcen.

b) A culture presque exclusivement musulmane : Dahra, Ouarsenis, Atlas Mitidjien, Kabylies, Aurès.

Les zones du Sud.

**

I. — LES SAHEL

a) Sahel d'Alger. — C'est un ensemble de collines arrondies, d'origine pliocène, se dressant entre les deux môles anciens de la Bouzaréah et du Chenoua, et se prolongeant à l'est d'Alger, en bordure de la mer, au delà de l'Harrach.

Bénéficiant d'un climat doux, d'une bonne pluviométrie (6 à 800 ^m/_mJ, assez bien répartie au printemps, c'est une région verdoyante, riante, prospère, propre à donner aux touristes qui ne connaissent que les environs immédiats d'Alger, l'idée la plus fausse qui soit de ce qu'est vraiment l'Algérie.

La zone nord, orientée face à la mer (Guyotville, Staouéli Zéralda, etc.), est plus douce que le versant sud qui reçoit les vents froids de l'Atlas.

Les terres sont de natures assez variées : légères et s'échauffant facilement au printemps lorsqu'elles proviennent de la décomposition des grès, plus froides, de couleur rouge ou grise, lorsqu'elles dérivent des argiles pliocènes.

Du point de vue des productions agricoles, on peut y distinguer :

Le Sahel proprement dit où dominant des sols marneux, portant des vignobles (molasse rouge), et des arbres fruitiers, ou des cultures fourragères, ou des céréales (argiles grises).

La zone littorale formée de sols légers, sableux, d'origine dunaire, de culture facile, se ressuyant et s'échauffant vite ; climat doux où les gelées sont inconnues, favorable aux cultures de primeurs qui y occupent de grandes étendues.

b) Sahel d'Oran. — Il n'a ni l'étendue, ni la richesse de celui d'Alger, mais il est comme lui, surtout vers l'Ouest, favorable aux primeurs.

c) On peut rattacher aux Sahels, les régions de Cherchell et de Bougie, la zone de Djidjelli et les coteaux de Philippeville, mais en raison de leur situation du point de vue débouchés, ils se livrent essentiellement à la culture de la vigne.

II. — LES PLAINES SUBLITTORALES

La Mitidja. — Vaste quadrilatère de 150.000 hectares environ, s'étendant du Nord du massif de Tablat jusqu'au Sahel, dont les sols sont formés d'alluvions quaternaires, la plaine de la Mitidja, l'« infecte Mitidja » comme la qualifiait le Général Duvivier, en 1841, peut être considérée aujourd'hui comme le plus beau joyau de la colonisation française en Algérie.

La pente est assez régulière de l'Atlas vers la mer, et l'on peut distinguer deux zones :

— La région haute avec Blida et Boufarik comme centre.

— Les régions basses, l'une à l'Est, vers la mer avec Rouïba, et l'autre à l'Ouest vers Marengo.

La partie haute est constituée essentiellement par des alluvions hétérogènes provenant des cônes de déjections formés par des oueds descendant de l'Atlas ; la partie basse est plus homogène, mais dans l'ensemble plus compacte.

C'est une région de culture essentiellement européenne, où dominent la moyenne et la grande propriété, assez évoluée, non seulement dans sa technique, mais dans son organisation générale.

Un tiers de la surface est occupé par la vigne ; le reste se partage entre les cultures fruitières, à dominante d'agrumes, quelques cultures industrielles (tabac, géranium rosat), les céréales et les cultures fourragères.

Plaine de Bône. — La plaine de Bône, agrologiquement assez semblable, a une évolution moins poussée. Mais les travaux d'assainissement déjà réalisés (Lac Fetzara) ou en cours, doivent en faire avant longtemps une nouvelle Mitidja de l'Est ou prospéreront avec la vigne qui occupe déjà des étendues importantes, cultures fruitières, fourragères et industrielles.

On peut la diviser en deux zones : la zone du Lac Fetzara à l'Ouest, et la basse vallée de la Seyhouse.

Autour du Lac Fetzara, dont l'assainissement est à peu près réalisé, les terres souvent salées (jusqu'à 20 grs et plus au kilo), portent des pâturages et conviennent à l'élevage.

La zone alluvionnaire de la Seybouse, a des terres meilleures et une pluviométrie satisfaisante (750 à 800 m/m). Par contre, les eaux phréatiques sont souvent salées.

Les cultures dominantes sont la vigne (10 à 12.000 hectares), le tabac (8 à 10.000 hectares), et les céréales. Le cotonnier précoce, type américain, y réussit sans irrigation. Les plantations fruitières, et notamment les agrumes, sont en progression.

L'organisation coopérative est très développée.

Plaines d'Oran. — Les sots salés y occupent de grandes surfaces. Les plus importantes sont celles du Sig et de l'Habra, jusqu'ici moins évoluées que les précédentes, mais que les eaux du barrage de Bou-Hanifia sont, pour cette dernière, en train de transformer. La salure des terres est un obstacle sérieux pour leur mise en valeur, mais les études agrologiques en cours dont vous entretiendra M. Gaucher, et les premiers travaux de drainage réalisés, permettent d'espérer une solution du problème.

Dans toutes les parties saines, les plantations d'agrumes se sont développées à une cadence accélérée au cours de ces dernières années. La « fièvre des plantations » a même conduit parfois à établir des vergers dans des terres salées, où ils sont nettement contre-indiqués, comme le prouvent certains dépérissements.

C'est la meilleure zone cotonnière de l'Algérie.

On y trouve encore l'olivier en culture irriguée, et certaines cultures maraîchères (oignon, tomates de saison et surtout artichaut qui y donne des produits précoces).

Les zones du Nord, marécageuses, se livrent à l'engraissement des bestiaux.

Ce sont des zones de colonisation ancienne, où le peuplement est en majorité d'origine espagnole.

III. — VALLÉES ALLUVIONNAIRES DE BASSE ALTITUDE

Le sol y est formé par des alluvions arrachées par l'érosion aux zones d'amont.

Vallées du Chélif et de la Mina. — C'est l'une des plus importantes et des plus caractéristiques, encaissée entre l'Ouarsenis au Sud, le Zaccar et le Dahra au Nord. L'air y est sec, la température torride, les pluies médiocres : « un coin de Sahara perdu dans le Tell ».

Le Chélif est le plus long fleuve d'Algérie. On peut diviser sa

vallée en plusieurs sections qui diffèrent par leur climat, et partant par leurs possibilités culturales :

En amont : la plaine d'Affreville et du Djendel a la meilleure pluviométrie (400 à 450 $\frac{m}{m}$), mais le climat le plus rigoureux en hiver.

C'est par excellence une zone à céréales. L'irrigation par les eaux du barrage du Ghribs qui doit être réalisée très prochainement, permettra l'introduction de cultures industrielles (sorgho, betterave), et de cultures fourragères (luzerne), qui devront permettre le développement de la production laitière. Les cultures fruitières, la vigne même, y craignent les gelées printanières.

En aval : la plaine d'Inkermann et d'Orléansville est d'abord largement étalée jusqu'au Merdja, puis plus étroite vers Malakoff et Orléansville. On y retrouve les deux types de terre qui caractérisent toute la vallée : alluvions dites anciennes, rouges, assez perméables ; alluvions récentes, grises, imperméables, de culture difficile, mais chimiquement plus riches que les précédentes. Les terres compactes et salées dominent vers Inkermann et compliquent la mise en valeur par l'irrigation : cultures fourragères, coton. Les possibilités culturales sont meilleures vers Orléansville et Oued-Fodda, où les cultures arbustives (agrumes, fruits à noyau et même poirier), prospèrent normalement grâce aux eaux d'irrigation du barrage de l'Oued-Fodda.

Une importante station hydro-agricole vient d'être installée aux Hammadenas, pour étudier la mise en valeur des terrains compacts et salés, qui couvrent dans cette zone des milliers d'hectares.

Entre les deux zones précédentes, la plaine des Attafs a un caractère intermédiaire : le coton devient aléatoire.

On peut rattacher à la vallée du Chéliff la plaine de Relizane, traversée par la Mina, qui fera l'objet d'une excursion et que M. Aubert, qui l'a beaucoup étudiée, vous présentera plus longuement.

La plaine des Issers est une bande étroite, à sol silico-argileux, perméable et profond, en bordure de la Grande Kabylie et à laquelle se rattache la vallée du Sebaou, et celle de son affluent l'Oued Aïssi, qui lui fait suite vers l'Est.

La vallée de la Soumamm s'étend de Beni-Mansour à Bougie avec deux zones, en amont et en aval de Sidi-Aïch. Celle d'aval où la colonisation européenne est la plus développée, porte des vignobles à haut rendement ; dans celle d'amont, les Kabyles cultivent surtout l'olivier, le figuier et le caroubier.

Près de Philippeville, les vallées du Zeramna et du Saf-Saf, sont des régions de vigne et de cultures arbustives.

IV. — PLAINES INTERMÉDIAIRES ENTRE PLAINES SUBLITTORALES VALLÉES ET HAUTES PLAINES

Elles sont assez nombreuses, s'étendent en chapelet, parallèlement au littoral et comprennent d'Ouest en Est :

L'arrière-pays oranais, la M'leta au sud de la Grande Sebkhah, à faible pluviométrie (moins de 300 $\frac{m}{m}$), et où les terres salées ne sont pas rares.

La région de Sidi-bel-Abbès avec trois zones distinctes :

Le Tessala, zone montagneuse de terres à blé dur, dont certaines pentes sont cultivées jusqu'au sommet qui atteint 900 à 1.000 mètres.

La zone littorale au Nord-Ouest du Tessala, jusqu'à la mer, avec les centres viticoles riches, tels qu'Aïn-Témouchent, établis sur des sols volcaniques de bonne composition, mais peu stables, et où il devient urgent d'entreprendre une lutte sérieuse contre l'érosion.

La vallée de la Mekerra, avec Sidi-bel-Abbès comme centre.

C'est une zone de population européenne dense, où l'on trouve la vigne, associée à l'olivier et les céréales. En raison de la sécheresse de l'atmosphère, la vigne craint peu les maladies, mais les gelées font parfois des dégâts au printemps. Pour les céréales, c'est à Bel-Abbès qu'a été mise au point la méthode dite des « préparés », avec assolement biennal : blé, jachère cultivée, la sole de jachère portant souvent des cultures de légumes secs à grands écartements.

« Nulle part, dit Augustin Bernard, l'action du colon agriculteur ne s'est exercée aussi profondément et avec autant d'ardeur. »

La plaine d'Egris au sud de Mascara, a des caractères voisins.

La zone de Flittas, cuvette étroite d'alluvions noires, et profonde, a une bonne pluviométrie et les meilleures terres à blé dur d'Algérie.

La zone des Beni-Sliman et des Aribis, la région d'Aumale, à 150 kms au sud et sud-est d'Alger, avec les centres d'Aïn-Bessem et Bouïra, sont également assez semblables à celle de Bel-Abbès, mais la vigne y est peu développée, quoique y donnant des produits de qualité, le climat étant plus rigoureux en hiver.

La plaine du Hodna, cuvette alluviale allongée, partiellement cultivable vers le Nord, présente déjà un climat à caractère saharien.

Le bassin de Guelma, à sols profonds et riches, forme la transition entre les Hauts Plateaux Constantinois et la plaine de Bône, où dominant la culture des céréales, où les olivettes sont nombreuses et l'élevage bovin, largement pratiqué.

V. — LES HAUTES PLAINES A CÉRÉALES

Plus couramment désignées sous le nom impropre de Hauts Plateaux, ce sont des bassins fermés, véritables plaines d'alluvions, sou-

vent salées dans les dépressions, caractérisées comme nous l'avons indiqué, par leur altitude (800 à 1.100 mètres), l'éloignement de la mer, la rigueur et la sécheresse du climat. La pluviométrie varie entre 200 et 500 m/m . Les écarts absolus annuels de température atteignent 50 % (+ 40° à — 10°), avec des écarts diurnes dépassant souvent 30°. Les gelées sont courantes jusqu'au 15 mai, et sont parfois suivies, presque sans transition, de sirocos brûlants. La neige est fréquente pendant l'hiver.

La seule culture possible, et rentable seulement dans les zones dont la pluviométrie ne descend pas au-dessous de 300 à 350 m/m , est celle des céréales avec assolement bi- ou triennal. Les méthodes de dry-farming avec une ou parfois deux années successives de jachère cultivée sont indispensables.

Çà et là, la présence de sources, ou d'une nappe phréatique peu profonde, permet l'irrigation et la pratique de cultures fourragères, ou la plantation de pommes de terre.

De l'Ouest à l'Est, on peut distinguer, dans les Hautes Plaines :

- La plaine de Maalifs, vers Saïda et Aïn-el-Hadjar.
- La région de Tiaret-Frenda.
- La plaine du Sersou de colonisation récente, à pluviométrie faible (250 à 300 m/m), et à gelées tardives.
- Les Hauts Plateaux de Sétif à pluviométrie atteignant 4 et 500 m/m vers le Nord, mais descendant rapidement à moins de 300 m/m au sud de la voie ferrée d'Alger à Constantine. L'élevage du cheval et du mulet est prospère. La race bovine brune des Alpes (Schwytz), s'y est assez bien acclimatée.

Hauts Plateaux Constantinois. — Ils forment une zone de transition entre ceux de Sétif et les régions où les cultures arbustives, et notamment l'olivier redeviennent possibles. L'altitude est de 5 à 600 mètres, la vie rurale y est dispersée en bassins isolés ; les sols sont inégaux ; lorsque par leur nature ils permettent l'emploi de méthodes de culture profonde comme dans la région de Redjas, les résultats sont remarquables. Dans certaines vallées (Rhummel, Bou-Merzoug), des prairies permettent l'élevage du cheval, des bovins. Le marché du Kroubs est un des plus importants d'Algérie.

A cette zone se rattachent les régions allant de Constantine vers Batna d'une part, et Tebessa d'autre part.

Dans les Hautes Plaines à céréales, et dans les plaines intermédiaires, on rencontre fréquemment des « sols à croûte ». Ces croûtes calcaires, appelées localement « tufs », d'origines encore controversées et probablement diverses, ont été longtemps un obstacle à la culture. Le « détuffage », réalisé à l'aide d'appareils défonceurs puissants, par les colons européens, a transformé l'économie agricole de ces régions, en assurant une plus grande régularité des rendements.

VI. — ZONE DE MONTAGNE

A. — Avec colonisation européenne

Nous groupons dans cette catégorie :

La région de Médéa, petit bassin au milieu de l'Atlas, à 8/900 mètres d'altitude, où s'est développée et maintenue une petite et moyenne colonisation pratiquant la culture de la vigne, qui y donne des produits réputés, des céréales, et sur une moindre échelle, des arbres fruitiers (cerises).

La région de Miliana, à sols plus compacts, souvent ferrugineux, portant des vignobles fins sur les pentes du Zaccar à Miliana, Margueritte, Changarnier, et des cultures fruitières sur les pentes de Miliana.

Les coteaux de Mascara essentiellement viticoles, produisant des vins corsés, riches en degré.

La région de Tlemcen, à forte pluviométrie, où prospèrent comme dans les précédentes, la vigne et les arbres fruitiers (cerisiers, pruniers).

A cette région se rattachent les vallées de l'Isser et de la Tafna, ainsi que la plaine de Marnia qui doit être fécondée par les eaux du barrage des Beni-Bahdel.

B. — A culture musulmane presque exclusive

Nous comprenons dans cette catégorie les régions où la colonisation européenne n'a pratiquement pas pénétré, soit qu'elle se soit heurtée à une population indigène rurale, très dense et très tenace, comme en Kabylie, soit que les conditions de vie y soient trop précaires.

La plus importante est formée par les Kabylies (petite et grande Kabylie, ou mieux Kabylie du Djurdjura, Kabylie des Babors et Kabylie de Collo). C'est une région de sols variés, à densité de population extraordinaire (plus de 100 habitants au km²), où les forêts de chênes-lièges occupent des étendues importantes. L'arboriculture à base d'oliviers et de figuiers y est très poussée. Malgré que le sol soit ingrat, tout ce qui est cultivable, est cultivé (blé, orge, sorgho ou bechna).

Entre Batna et Biskra, l'Aurès est une véritable « Kabylie du Sud » entaillée de vallées profondes où prospèrent l'abricotier, le figuier, le noyer. Vers le Sud, le palmier lui-même, fait son apparition (M'chouneche). Ailleurs, le « Chaouia » pratique l'élevage des moutons et des chèvres, avec une transhumance restreinte vers les plaines à céréales du Nord.

L'Ouarsenis, château-d'eau du Chéliff, l'Atlas Mitidjien, le Dahra, entre la vallée du Chéliff et la mer, sont des zones de plateaux d'altitude variable, où la population musulmane, assez pauvre, se livre à l'élevage et à la culture des céréales.

VII. — ZONES DU SUD

Du point de vue qui nous occupe, nous réunissons, sous ce vocable : les zones de Steppe qui forment le sud des Hauts Plateaux et le Sahara septentrional, dont l'ensemble constitue le « pays du mouton », si bien décrit dans l'enquête prescrite vers la fin du siècle dernier par le Gouverneur Général Cambon. L'altitude varie de 200 à 1.200 mètres, les températures extrêmes de 7 à 45° ; les pluies sont courtes, violentes, diluviennes souvent. L'Atlas saharien en forme l'épine dorsale. On peut distinguer quatre zones : la steppe à alfa (*stipa tenacissima*), rocailleuse, la steppe à armoise (*Artemisia alba-alba*) limoneuse ; la steppe à drinn (*Aristida pungens*) sablonneuse, et la zone des dayas, sortes de cuvettes où s'accumulent les alluvions et où se localisent les maigres cultures d'orge de toutes ces régions.

« Les troupeaux, dit M. Trouette, bien que peu nombreux en comparaison de la surface dont ils disposent (6 millions 1/2 de moutons pour 40 millions d'hectares), trouvent difficilement leur nourriture dans des pâturages trop souvent maigres. » Ils ne peuvent séjourner longtemps sur les mêmes points, le régime de la transhumance leur est imposé par la nature, et le nomadisme est la règle pour leurs pasteurs. L'avenir de l'élevage dépend avant tout de la multiplication des points d'eau, œuvre longue et malaisée que poursuit inlassablement l'Administration algérienne. Le chameau, ou plus exactement le dromadaire dont l'introduction remonterait seulement, si l'on en croit Gauthier, à la fin de la domination romaine, y est l'auxiliaire indispensable du nomade. »

Au delà du pays du mouton, toute l'activité agricole saharienne est cantonnée dans les oasis, dont la végétation luxuriante contraste si heureusement avec le désert voisin. « Trois étages de verdure s'y superposent, dit Demontès ; sur le sol, les cultures maraîchères et de petits champs d'orge ou de blé ; à quelques mètres du sol, la frondaison des arbres fruitiers (abricotiers, figuiers, grenadiers, orangers, etc.), plus haut encore, les feuilles de palmiers dont l'ombre tutélaire protège les autres plantes ».

Il faut faire une mention spéciale pour les palmeraies du Sud Constantinois (Oued-Rhir, Zibans, Sous), productrices de dattes fines de la variété « Deglet-Nour », alimentant un commerce d'exportation portant sur un tonnage moyen annuel de 150.000 quintaux. De nombreux forages artésiens font la richesse de la région, mais ceux établis dans les points bas (M'Raiër, Ourir), ont entraîné des dépérissements, dans les régions plus hautes (Touggourt, Tamerna). Une réglementation et un aménagement hydraulique rationnel sont indispensables.

La superficie des oasis ne dépasse pas 50.000 hectares sur les 250 millions d'hectares sur lesquelles s'étendent les Territoires du Sud.

LE MILIEU ÉCONOMIQUE

Dans ce vaste ensemble aux possibilités si diverses et si nuancées, où nous passons à quelques dizaines de kilomètres de distance des zones basses, au niveau de la mer dont le climat est tempéré par la Méditerranée qui les borde, aux régions d'altitude à hivers rudes, à printemps tardifs, zones sur lesquelles l'influence du désert, peu éloigné, se fait parfois en outre durement sentir, nous trouvons les productions les plus variées.

Mais il importe de le marquer dès la partie liminaire de cet exposé, ces productions sont le fait presque exclusif de la Colonisation française. En 1830, l'Algérie nourrissait mal moins de 3 millions d'habitants, l'Algérie qui avait fourni à Rome l'anone et l'huile, était un pays aux famines périodiques, l'Algérie devenue maintenant le jardin des Hespérides de la France, n'avait pas 500 hectares d'orangers, et la vigne, son essentielle richesse d'aujourd'hui, était réduite à quelques pieds de Muscat et d'Amar-bou-Amar, dans les jardins des Baranis. Les zones aujourd'hui les plus riches entretenaient mal un mauvais bétail, et le troupeau ovin, pour lequel aucune exportation n'avait lieu, semble n'avoir été alors qu'au tiers de son effectif actuel.

Les zones aujourd'hui les plus riches étaient une brousse de lentisques, de palmiers nains et de jujubiers. Dans le Sahel, le plateau de Staouéli sur lequel, à la fin de Juin 1830, Bourmont installa son armée, était une steppe sans la moindre culture, et aujourd'hui le groupe de palmiers historiques qui demeurent dans la cour de la Trappe sont les derniers témoins de cette époque et sont piqués maintenant au milieu des vignes les plus riches, d'orangers, de cultures de primeurs et de légumes qui montrent la continuité de l'effort français, effort des trappistes d'abord, effort ensuite poursuivi par une magnifique lignée de colons. La Mitidja n'était qu'un marécage, dont désespéraient les premiers dirigeants d'alors et dont s'éloignaient les indigènes eux-mêmes. Et ce « pays de la mort jaune » est devenu, par la magnificence de l'effort de la colonisation, les orangeries de Boufarik, les vignobles de Rouïba, les plantations si variées de l'Arba, les cultures de géranium, de jasmin et de tabac

de la partie occidentale, et les zones du littoral de Guyotville qui n'étaient qu'une brousse végétant sur un sable que nos premiers administrateurs jugeaient si peu fertile qu'ils n'envisageaient d'implanter là que des villages de pêcheurs, est devenu l'une des plus belles régions de primeurs du monde, une zone dans laquelle la valeur de l'hectare de terre atteint et parfois dépasse 1 million.

La plaine de l'Habra et de la Macta n'était qu'un cloaque, et Perrégaux a d'abord été un cimetière de colons, et nous en avons fait une splendide orangerie, la plaine de Bône n'était qu'un marécage dans lequel s'enlisaient les bovins, et elle est devenue l'un des grands centres de production de tabac du monde, une zone de beaux vignobles et de plantureux jardins, le Sersou qui alimente en blé nos grands centres et est devenue grande région de production de lentilles, n'était qu'une zone pastorale dans laquelle venaient transhummer les troupeaux des Larbaa, ces troupeaux dont nous avons réussi à maintenir et à accroître même les effectifs tout en affectant à la colonisation génératrice de richesses, partie de leurs anciens terrains de parcours.

Et dans le Sahara même, c'est la Colonisation qui a créé l'actuelle richesse. Le forage des puits artésiens de l'Oued Rhir, œuvre française par excellence, a permis de faire surgir sur le sable hier infertile, cet immense chapelet de palmeraies, où à Djama, à M'Raïer, à El Arfiane, à Touggourt mûrissent les belles dattes de Deglet en Nour, ces dattes d'exportation, qui ont procuré cette année à cette région il y a un siècle, partie intégrante d'un Sahara vide et désertique, un milliard de richesse, et a fait que les indigènes rapidement enrichis, achètent à Biskra, à Batna et à Constantine des immeubles urbains et payent, dans les palmeraies les bons palmiers en production, jusqu'à 20.000 francs le pied, palmiers dont ils tirent actuellement, au prix officiel des dattes, jusqu'à 4 et 5.000 francs de bénéfice annuel par arbre.

L'œuvre est donc splendide, et la France a le droit de le proclamer, car réalisant cette œuvre elle a permis à la population indigène de quadrupler en nombre, et tout en augmentant ainsi, de ne plus connaître les famines. Et cela c'est la conséquence de l'implantation en Algérie de ces productions agricoles nouvelles, c'est la conséquence de la création de son vignoble et de ses orangeries, création qui a été faite sans que la production totale de céréales panifiables fléchisse.

Et si en année normale l'Algérie nourrit de son blé sa population, elle est devenue un grand pays exportateur de denrées agricoles. La notion de l'Algérie pays minier, de l'Algérie pays exportateur de phosphates est dans tous les esprits et c'est justice, mais ce qu'il importe de bien retenir, c'est que ces richesses minières ne sont pour le pays que peu de chose, à côté de ses richesses agricoles. En

effet, dans le total des exportations de nos trois départements nord-africains, les produits agricoles contribuent, en année normale, pour 85 % de la valeur totale, et les produits de la vigne font 60 % de ce pourcentage. La richesse algérienne est donc essentiellement une richesse viticole, et par conséquent elle est le fait, non pas de l'activité musulmane, mais du génie de la colonisation.

LA VIGNE ET LE VIN

En passant rapidement en revue ces productions, nous donnerons logiquement à la principale d'entre elles, la vigne, la première place, cette vigne qui est pour l'Algérie ce que le coton est à l'Égypte, le tabac au Kentucky, la laine à l'Australie, le blé au Canada.

C'est le vin exporté en France qui aux cours actuels, procurant à l'Algérie des recettes de l'ordre de 7 à 8 milliards, lui fournit les crédits dont elle a besoin pour acheter l'outillage nécessaire à ses fermes, les tissus que réclament les indigènes, le sucre et le café qu'ils désirent.

Mais par ailleurs, la vigne fournit à l'intérieur du pays un mouvement de capitaux qu'aucune autre activité ne donne. Sa culture détermine en achats de toutes sortes et en salaires, des dépenses annuelles de l'ordre de 6 à 7 milliards, et l'on pourrait ici transposer l'adage « quand le bâtiment va, tout va », et dire qu'en Algérie, quand la vigne est prospère, tout va. C'est faire preuve de vues bien étroites et tendancieuses que d'accuser la colonisation viticole d'affamer le pays en ayant planté de la vigne au lieu de cultiver du blé. Un hectare de vigne fait distribuer en moyenne en salaires, suivant les régions, de 10 à 15.000 francs, salaires dont la plus grosse part va aux indigènes.

Si les terres complantées étaient assolées en cultures annuelles, elles ne seraient productrices que de la moitié de ces chiffres en salaires, et il manquerait dans les gargoulettes où les musulmans mettent leur argent, près de 2 milliards par an, somme qui leur permet de se vêtir et de se nourrir. La vigne, dans ce pays, est donc devenue, quelque paradoxal que cela puisse paraître, la culture nourricière par excellence du monde indigène musulman.

Enfin, la vigne a été pour l'Algérie la culture type de fixation du peuplement européen, et si elle possède de grands domaines viticoles, elle demeure pourtant un pays dans lequel la petite propriété viticole est fréquente. Plus de 36 % des viticulteurs algériens exploitent moins de 5 hectares, tandis que 6 % seulement par contre, récoltent sur plus de 100 hectares.

En 1945, alors que 23.474 viticulteurs ont récolté 9.500.137 hectolitres sur 344.098 hectares, la surface moyenne par propriétaire ne

ressort que pour toute l'Algérie qu'à 14 hect. 1/2, et la production par viticulteur à 400 hectos.

Aussi, sur les 25.000 familles de colons algériens, près de la moitié sont des familles de petits viticulteurs. C'est la vigne qui les a fixés au sol, c'est la vigne qui les fait vivre, et ce sont les petits viticulteurs que groupe notre admirable réseau de caves coopératives.

La vigne est donc essentielle pour la vie algérienne, pour le maintien de ses échanges, pour la vie des indigènes, par la masse de salaires qu'elle distribue, et essentielle pour la petite colonisation dont elle assure le maintien.

Et cette splendide richesse est en voie de perte. Le vignoble qui partant de 28.000 hectares en 1881, était passé en 1890 à 110.000 hectares, produisant 3.331.000 hectos, en 1900 à 150.000 hectares donnant 5.635.000 hectos, en 1910 à 152.000 hectares. Il entra alors dans la période pendant laquelle la quasi-totalité des premières plantations a été reconstituée après avoir été, comme le vignoble métropolitain, détruites par le phylloxéra. Et il s'est brusquement étendu sous la menace de la loi viticole qui a fait planter hâtivement de 1927 à 1932, près de 150.000 hectares.

En 1938, l'Algérie a ainsi récolté sur 398.000 hectares, mais depuis lors, la chute est verticale, et en 1945, la vendange n'a porté que sur 341.000 hectares, et enregistre d'année en année une régression continue de ses plantations : 391.000 hectares en 1940, 374.000 en 1941, 369.000 en 1942, 354.000 en 1943, 350.000 en 1944, 341.000 en 1945, et fait éminemment grave, la presque totalité de ce vignoble est sénile ou déperissant. L'absence de soins pendant la guerre, l'insuffisance d'engrais, la pénurie de soufre et de sulfate de cuivre qui a accru la virulence et les dégâts de l'oïdium et du mildiou, des attaques du court-noué, on que partout les souches fléchissent ou disparaissent et les rendements s'effondrent.

Les récoltes de 1932, 33, 34, de 18, 16 et 22 millions d'hectos sont du domaine du passé.

L'Algérie au vignoble anémié ou déperissant ne produit plus que des vendanges de l'ordre de celles de la période 1914-1928, alors que les plantations oscillaient autour du chiffre de 200.000 hectares. C'est dire que la productivité de la vigne algérienne s'est réduite à l'hectare de 35 % par rapport aux années normales. C'est donc toute l'économie de la viticulture qui est atteinte, et c'est tendre pour que les frais des exploitants soient couverts, à une production de vin trop cher, alors qu'il faudrait dans notre économie actuelle pouvoir, par de gros rendements, diminuer les prix de revient pour vendre meilleur marché aux consommateurs. Et fait grave, une grosse partie des 150.000 hectares plantés hâtivement de 1927 à 1932 sous la menace de

la loi viticole, qui eussent dû avoir normalement 30 ans de vie et durer encore 10 à 15 ans, dépérissent du fait de leur plantation trop rapidement faite, avec des défoncements insuffisants et des plants souvent médiocres, quand ce n'était pas comme en beaucoup de points d'Oranie, des plants français. L'emprise du dépérissement sur le vignoble va donc encore s'accroître dans les années à venir, et la chute des superficies en production et des rendements, s'accroître.

Et puisque le maintien du vignoble algérien est une nécessité pour les exportations du pays, pour sa main-d'œuvre indigène, pour le maintien de sa petite colonisation, comment sortir de cette crise ?

La replantation s'impose, et s'impose rapidement — mais c'est pour l'Algérie un effort financier considérable. Normalement, la viticulture algérienne va avoir à enfouir en 5 ans en défoncements et en plantations nouvelles, une somme de l'ordre de 25 milliards de francs.

Au cours actuel il faut prévoir des investissements annuels de 5 milliards, chiffre énorme, charge très lourde pour la colonisation. Certes, les réserves de la propriété qui n'ont pas encore complètement fondu y pourvoiront en partie, mais si l'Algérie dispose actuellement de 26 à 27 milliards de dépôts, il s'agit de dépôts de toute origine, industriels, commerciaux, agricoles. Quelle est la part des dépôts d'origine agricole ? Quelle est parmi ceux-ci la part de ceux qui proviennent de la propriété viticole ? Le cinquième peut-être. La première annuité de reconstitution est donc possible à trouver. Mais les autres, pourront-elles être fournies ? Cela n'est pas probable, et déjà pour la reconstitution l'appel au crédit apparaît, et la dette hypothécaire algérienne qui avait fondu, se reforme à nouveau.

C'est ensuite sur le plan technique que se pose le problème, et l'Algérie, comme la France, comme la Tunisie, comme le Maroc, manque d'appareils de défoncement, et manque de plants. L'insuffisance de fourniture de gros tracteurs à l'Algérie, l'état du parc de matériel agricole rend difficiles les défoncements en superficies suffisantes.

Par ailleurs, le manque de plants paralyse la reconstitution et a fait monter les prix des plants chez les pépiniéristes à des prix astronomiques : 15.000 à 18.000 francs le mille. C'est pour replanter une dépense de l'ordre de 60.000 francs par hectare, quand on peut se procurer ces plants.

En 1943, l'Algérie n'avait que 385 hectares en vignes à bois et en pépinières. La législation viticole assimilant ces plantations aux vignes à production de fruits, la création de nouveaux champs de pieds-mères était interdite.

L'ordonnance du 22 mars 1943 complétant l'article 87 du Code du vin, a rendu licite la plantation de 1.200 hectares de pieds-mères en Algérie et organise le contrôle nécessaire des pépinières, mais les difficultés de tous ordres rencontrées par les planteurs, font qu'au 1^{er} juin 1945, 950 hectares seulement sur les 1.200 prévus étaient plantés, dont 264 hectares en 41-B, 254 en Rupestris du Lot, 189 en Richter 99, 73 en 3309, le 216-13, les R 31, R 57 et R 110, le Vivet 15, le 420 A, le 161-49, le 150-15 et quelques autres plants se partageant les 168 hectares restants.

Les pépinières doivent donc, à brève échéance, pouvoir fournir par an 100 millions de plants et permettre de replanter en Afrique du Nord 25 à 30.000 hectares. L'effort de replantation de l'Algérie (la Tunisie et le Maroc devant être parties prenantes pour une quote-part), sera donc limité et compensera insuffisamment le vieillissement des souches, les dépérissements et les arrachages qui en seront la conséquence.

Mais il convient aussi d'orienter la reconstitution. Nos vins ont été largement appréciés, appréciés par la France à laquelle ils sont nécessaires comme vins de consommation courante, comme vins médecins pour les coupages indispensables des vins du Languedoc, et comme mistelles, appréciés aussi par les troupes anglaises et américaines, et les soldats alliés peuvent, de retour chez eux, faire pour ces vins une réelle propagande. Nous devons donc viser, en effectuant des plantations nouvelles qui orientent et engagent pour un quart de siècle notre production, à maintenir et même augmenter la qualité des vins d'Algérie. L'introduction dans l'encépagement d'un vignoble d'une quote-part de plants fins à faible production : Gamay, Pinot, Morastel, s'impose donc, dût le rendement moyen à l'hectare fléchir légèrement.

Enfin, il nous faut de plus en plus pour abaisser nos prix de revient, prévoir une réduction de la main-d'œuvre et un essor de la culture mécanique. L'écartement des plants dans les plantations nouvelles devra se faire avec cette préoccupation, de telle sorte qu'à l'avenir le passage des tracteurs soit partout possible.

Puis, songeant toujours à nos exportations, il convient de donner à nos vinifications spéciales, aux mistelles et vins de liqueur, une place plus grande. Les Grenaches, les Alicantes, les Muscats algériens jouissent maintenant d'une excellente cote et peuvent être de très bons produits d'exportation. Dans les encépagements des vignobles reconstitués, il faut faire la place aux plants qui les produisent : Grenache, Alicante, Muscat d'Alexandrie notamment.

Et puis il n'est pas impossible de songer que l'agriculture musulmane pourra avoir un jour sa place dans la production algérienne.

Les vignes aux mains des musulmans représentaient avant la guerre 4,6 % du vignoble algérien total, couvrant 20.000 hectares, et la région de Mostaganem compte à elle seule 13.800 hectares exploités par près de 8.000 familles de fellahs, aussi les secteurs d'amélioration rurale de cette région ne négligent-ils pas la vigne dans leurs programmes.

Notre vignoble algérien, européen et musulman, représente encore ainsi avec les 350.000 hectares, un potentiel de production argent qui dépasse celui de 3.500.000 hectares de céréales. Ne pas aider à sa reconstitution, ne pas hâter celle-ci serait un crime, et l'on peut s'étonner que les rédacteurs du plan Monnet aient négligé de se pencher sur ce problème algérien. Le vignoble est en France une des richesses essentielles du pays. Pour l'Algérie il est la base de sa vitalité. Certes, la reconstitution du vignoble algérien est surtout du domaine de l'activité de la colonisation, il est parfois du ressort de la grande propriété, mais cette colonisation, cette grande propriété font vivre trop d'indigènes, apportent aux inscrits maritimes de Provence, de Rouen ou de Dunkerque trop de salaires, apportent à l'Algérie trop d'impôts et de taxes pour qu'on n'aide pas à la reprise de cette viticulture, pierre angulaire de la vie économique du pays.



LES CÉRÉALES

Si la vigne est par excellence la culture de la colonisation française, celle qui, par l'exportation des vins, fournit à l'Algérie les crédits et les ressources dont elle a besoin pour s'outiller et poursuivre sa mise en valeur, les céréales demeurent par contre la culture musulmane classique et la culture nourricière du pays, celles-ci étant pour leur plus grande part, consommées sur place, et ne donnant lieu qu'à un mouvement réduit d'exportation.

Et dès que l'on quitte les plaines sublittorales où la vigne et les orangeries sont maîtresses, dès que dans ce pays qui n'est qu'un immense socle montagneux, on trouve l'altitude, les cultures arbus-tives riches disparaissent et le blé ou l'orge s'installent. Ils s'installent alors, non en fonction de l'altitude, orge ou blé venant l'un et l'autre quel que soit le niveau des terres au-dessus de celui de la mer, mais en fonction de la pluviométrie. L'hysohyète, de 400 millimètres sépare ainsi en gros les deux cultures, le blé s'élevant en maître incontesté là où la pluviométrie atteint 400 millimètres, n'étant plus qu'une culture possible mais risquée entre 300 et 400 millimètres, l'orge au contraire, céréale prolétaire, s'étendant dans les zones de 250 à 300 millimètres et y réussissant.

Mais en tout état de cause, l'altitude qui est celle des grandes

plaines à céréales, crée à l'Algérie des difficultés spéciales que ne connaissent pas les céréaliculteurs tunisiens, dont les régions cultivées en blé sont toutes à altitude modeste, difficultés dues au climat et surtout à la rigueur des hivers et à la tardivité des printemps. Sur les plateaux sétifiens, dans le Constantinois, dans le Sersou du département d'Alger, ou aux Maatifs en Oranie, les gelées de mai sont fréquentent et parfois brûlent les épis déjà sortis des gaines foliaires. Ces difficultés sérieuses, font qu'économiquement il est contre-indiqué de faire dans ces zones gélives des frais de culture trop élevés. La culture du blé pour être payante doit, dans ces zones, limiter ses dépenses, une gelée de Mai faisant parfois tomber verticalement les rendements, aussi bien ceux d'une culture chère et très poussée que ceux d'une culture moins intensive. La position d'équilibre économique est parfois difficile à trouver, et l'aspect économique du problème complique singulièrement son aspect technique.

De 1901 à 1939, les superficies cultivées en céréales en Algérie sont en progression marquée. De 2.860.000 en 1901, les surfaces emblavées sont passées à 3.100.000 en 1939, et cette progression semble un paradoxe puisque pendant le même temps, les vignes et les orangeries ont gagné sur les terres assolées, donc sur des sols emblavés normalement en céréales, sensiblement 300.000 hectares.

Ce phénomène s'explique pourtant aisément si l'on remarque que les cultures se sont déplacées. Les céréales ont, au fur et à mesure que la vigne et les orangeries les refoulaient des plaines sublittorales, glissé sur les zones pastorales et, fait également digne de remarque, le troupeau refoulé de la zone nord marginale des régions pastorales, ne s'est pourtant pas réduit en nombre.

Et ce qu'il convient de noter, c'est que ce refoulement du mouton par les céréales, des céréales par les cultures arbustives et la vigne, qui ne réduit pas le troupeau ovin, n'a pas réduit non plus la production du blé, malgré sa transposition des zones riches et bien arrosées des plaines sublittorales, aux zones plus sèches des plateaux, et c'est ainsi que la moisson de blé qui était en 1901 de 8.900.000 quintaux, s'élevait en 1939 à 12 millions.

Mais, fait important aussi, cet accroissement est l'œuvre de la colonisation presque seule. Chez les Européens l'accroissement est ininterrompu, doublant la superficie, passant de 300 à 600.000 hectares, tandis que chez les Musulmans la courbe des surfaces traduit une réduction jusqu'en 1925, suivie par une légère augmentation, faisant passer de 1901 à 1939 les superficies cultivées par eux en blé, de 1.020.000 hectares à 1.060.000.

Dans ce cadre général, les Musulmans qui fournissaient en 1901, 82 % du blé dur produit en Algérie, ne concouraient plus en 1925 qu'à 55 % de cette production, relevant pourtant ce chiffre à 62 %

en 1939. A ces trois dates : 1901, 1925, 1935, la quote-part de la production européenne s'élevait par contre de 18 % à 48 % et se tassait à 38 % en 1939.

En ce qui concerne le blé tendre, culture nettement européenne, à laquelle ne viennent que lentement les Musulmans, elle a plus que doublé depuis 1901, passant en 30 ans de 1.700.000 quintaux en 1901 à 4.200.000 en 1931, et atteignant encore pour la dernière récolte, près de 2.300.000 quintaux, et les variations de production sont moins accentuées que pour le blé dur. En effet, l'importance de la culture européenne pour le blé tendre, en fait une culture généralement bien exécutée sur de bons labours, qui atténuent les chutes de rendements dues à l'aridité de certains printemps.

Les faits qui se dégagent de l'examen des chiffres statistiques se caractérisent donc par la stagnation de la production indigène et le progrès très net de la production européenne. Si l'on tient compte en outre que ce sont les colons beaucoup plus que les Indigènes qui réalisent la commercialisation du blé, et que celle-ci, dans la proportion de 70 % du total, est l'œuvre des colons, on arrive alors à conclure que la production musulmane contribue bien à alimenter la masse des fellahs, en production autarcique familiale, mais que c'est la colonisation qui assure l'alimentation de la population des villes. Sans elle, la masse des ouvriers des villes n'aurait pas son pain. Et c'est là ce qu'il faut honnêtement reconnaître. Et c'est seule l'augmentation de production depuis un quart de siècle, augmentation qui relève de la production européenne et non de la production indigène, qui permet de faire face aux besoins alimentaires sans cesse croissants de la population musulmane. Vouloir dans ce pays ne pas reconnaître ce qu'a été dans le passé, et ce qu'est dans le présent l'œuvre de la colonisation serait un crime.

Mais pour l'avenir, les indigènes restent les principaux propriétaires des terres à blé, car il faut détruire la légende de la colonisation ayant pris les terres aux indigènes, alors qu'ils n'ont généralement pris que des broussailles et des marécages qui ont été payés aux vendeurs leur juste prix. Il importe, si l'on veut équilibrer la production et les besoins, qui vont chaque année exiger 200.000 à 300.000 quintaux de céréales panifiables de plus, d'arriver par une amélioration du travail et de la technique des fellahs, à accroître rapidement les rendements de la propriété musulmane, car pour la décade 1930-1939, les rendements moyens qui s'établissent en blé dur pour les colons à 8 qx 62, tombent pour les indigènes à 4 qx 07, et en blé tendre s'établissent pour les colons à 8 qx 60, et se réduisent en propriété musulmane à 5 qx 06. Et c'est justement à cette œuvre d'amélioration des rendements de la propriété indigène que se sont attelés les Secteurs d'Amélioration rurale, qui cherchent à faire pour les indigènes, par l'intervention des Sociétés Indigènes de Pré-

voyance, les labours profonds au tracteur, laissant aux fellahs, par l'utilisation de leurs attelages et de la main-d'œuvre familiale, le soin des façons superficielles, formule heureuse qui maintient la famille musulmane dans le cadre de ses traditions et de l'exploitation de son petit domaine, formule évidemment moins progressive, moins poussée techniquement que celle qu'en beaucoup de points a adoptée le Maroc dans ses secteurs de modernisation du paysanat, et qui s'apparente de très près à la formule kolkhosienne, mais qui, contrairement à ce qu'a voulu l'Algérie, fait moins état de la psychologie des hommes, et de la mystique de la petite propriété individuelle si chère aux Fellahs de nos plaines céréalières, ces fellahs si proches par leur psychologie terrienne et leur attachement à la glèbe de nos paysans français.

A côté du blé, culture dans laquelle, à côté des indigènes principaux propriétaires de terres, la colonisation joue son rôle, l'orge est par contre restée culture essentiellement musulmane. A côté de 1.100.000 hectares cultivés en moyenne par les indigènes, la colonisation ne sème en orge que 150.000 hectares en moyenne, mais là aussi, la qualité de la culture européenne se traduit par les rendements qui pour la décade 1930-1939 s'établissent à 9 qx 44 en production européenne, contre 5 qx 32 en culture indigène, en progression sur la décade précédente où ils n'étaient que de 4 qx 78.

L'évolution générale heureuse de la culture des céréales en Algérie, évolution marquée par une augmentation des rendements beaucoup plus accentuée en culture colon qu'en culture arabe, est due à deux facteurs essentiels : la technique de la préparation du sol, avec la généralisation de la méthode des préparés : assolement biennal, labours profonds et multiples recroisements, et les sélections de blés et d'orges bien adaptés aux sols et au climat d'Algérie.

Le premier de ces facteurs a été mis en œuvre par la science et les observations des colons, par l'extension à l'Algérie des techniques tunisiennes, adaptation elle-même, mais adaptation mûrie et raisonnée et non copie servile des méthodes de Dry Farming américain, faite par les colons tunisiens de la Medjerda et ceux de Bel-Abbès. Cette adaptation fait utiliser en Afrique du Nord du matériel puissant conçu pour l'Amérique, et mis au point pour nos terres et notre climatologie. Dans ce domaine, nos laboratoires, il faut le reconnaître et le regretter, n'ont eu qu'un rôle mineur, et c'est l'imagination créatrice des colons, c'est leur méthode rigoureuse, qui ont joué le rôle essentiel.

En ce qui concerne au contraire les sélections de céréales, l'Algérie doit en fait à peu près tout à l'Etat. Ce sont nos laboratoires, nos savants modestes de Maison-Carrée, les Trabut, et surtout les Ducellier et les Laumont, qui avec des moyens d'une modestie qui fait rougir de honte, et très inférieurs pendant longtemps à ceux

de la Tunisie et du Maroc, et infimes en comparaison de ceux des pays étrangers, ont fait une œuvre grandiose. Admirables génétistes, ils ont, reprenant les travaux de Schribaux et de Bœuf, créé par sélections et hybridations des milliers de lignées, isolé, sélectionné ces lignées, multiplié celles qui étaient méritantes, et doté la céréaliculture algérienne d'un magnifique matériel végétal qui assure notre pain, et sans lequel, l'Algérie eût connu la famine. On ne proclamera donc jamais assez l'importance de l'œuvre accomplie, œuvre dont la réussite et l'ampleur a laissé pourtant mourir pauvres ceux qui l'ont conçue et réalisée.

AUTRES PRODUCTIONS VÉGÉTALES

A côté des céréales et du vin, qui par leur production de masse conditionnent la vie économique de l'Algérie, les autres produits agricoles, quelles que soient leur noblesse et leur qualité, ne sont, pour le pays, que secondaires, et pourtant les agrumes avec des récoltes de l'ordre du million de quintaux qui dans cinq ans seront, du fait des plantations jeunes et non encore productives, sensiblement doublées, représentent dès à présent une valeur de production annuelle de l'ordre de 2 milliards et demi de francs qui dépasse celle de tout les minéraux.

Les dattes ou les primeurs sont un facteur de richesse qui dépasse celle qu'apportent les phosphates ; et l'Algérie tire de plantes industrielles comme la tabac de quoi approvisionner, en année normale, ses fumeurs, mais aussi à se créer par ses exportations des devises. Toute l'économie rurale musulmane de la plaine de Bône a été ainsi améliorée par la mise au point de la culture et de la vente du tabac faite par les Coopératives.

Par ailleurs, les plantations d'oliviers, si elles n'ont ni l'importance, ni le fini de la technique de celles de la région sfaxienne, sont pour les zones montagneuses et les plateaux une richesse stable, enracinant au sol l'indigène et lui fournissant la matière grasse nécessaire à son équilibre alimentaire. Le nombre des arbres en production croît d'année en année, et dans le Hodna un effort s'affirme dans le cadre de la politique agricole musulmane pour y créer de vastes plantations.

Quant aux primeurs, produits sur les terres bien exposées des Sahel et dans des zones d'élite des plaines sublittorales, elles demeurent une des grandes richesses de ces zones. Dans les périmètres irrigués du Chélif, les cultures légumières s'étendent aussi et font tache d'huile. Elles gagnent peu à peu l'agriculture musulmane avec un caractère, il est vrai, quelquefois trop spéculatif, s'orientant trop souvent vers des cultures, comme les pastèques, les melons, les nioras, les patates douces, qui ne demandent que quelques semaines de

travail, sans qu'on ait là l'équilibre culturel réalisé dans le cadre de l'activité européenne primeuriste, par les jardiniers du littoral algérois qui, de Guyotville à Fort-de-l'Eau, arrivent par leur labeur continue à tirer en 13 ou 14 mois, quatre récoltes d'une même parcelle.

Dans le Sud la datte reste la grande richesse de zones limitées certes, mais de production intense, et il convient de souligner que l'Oued Rihr, de Biskra à Touggourt, s'affirme comme une zone d'élite pour la production des beaux fruits d'exportation.

Cette région constitue, comme dans le domaine du vin la Côte de Dijon à Beaune, ou Sauternes, St-Emilion en Bordelais, ou les côtes du Rhône, un territoire étroit et limité sur lequel seulement les hautes qualités sont atteintes. On ne peut faire n'importe où la belle datte de Deglet En Nour, et les terroirs de Djama, de M'Raïer, des Zibans, sont pour l'Algérie des zones de crus et ont contribué à faire rentrer cette année dans le Sud plus d'un milliard de richesse pour laquelle les musulmans ont été pour une large part partie prenante puisqu'ils possèdent la presque totalité des 230.000 palmiers du Sud.

L'Algérie a donc incontestablement depuis 50 ans réalisé, dans le cadre de ses productions végétales, une œuvre considérable. Elle a créé son vignoble, elle a planté ses vergers, elle a dégagé la technique culturelle des terres à blé des plateaux.

La fin du XIX^e siècle et le début du XX^e ont été ainsi pour elle l'ère de la mise au point des techniques, dans la production végétale.

LA PRODUCTION ANIMALE

Mais au milieu de cet immense effort, la production animale est restée négligée. Certes, des colons hardis ont bien conçu et tenté des améliorations, mais les échecs enregistrés ont été parfois douloureux. Aussi avec la mise en eau des barrages, n'est-ce pas maintenant vers les spéculations zootechniques que permettent les cultures de luzerne, de sorgho, de trèfle d'Alexandrie que doit porter l'effort, et l'Algérie ne doit-elle pas entrer maintenant dans l'ère de la mise au point de l'élevage et des spéculations animales ?

Comme en France, mais à un degré moindre, le troupeau ovin rétrograde, mais il reste la grande richesse indigène, richesse dans laquelle la colonisation n'est que d'une façon infime partie prenante puisque d'après les statistiques d'avant guerre (1939), les musulmans possédaient 6.000.000 d'ovins sur un troupeau total de 6.400.000. C'est donc dire qu'à l'heure actuelle, la richesse musulmane en troupeaux est de l'ordre de 10 milliards de francs. Que l'amélioration de ce troupeau soit lente, que l'effort à faire demeure considérable, nul n'en disconvient, mais la réussite est liée à la multiplication des points d'eau, œuvre qui incombe à l'Administration, et à la mise au point des méthodes zootechniques et alimentaires qui sont celles du ressort

des éleveurs eux-mêmes, éleveurs dont le fatalisme, l'attachement aux traditions pastorales ancestrales freinent trop souvent, hélas ! les efforts louables de nos dévoués vétérinaires du Service de l'Elevage.

Les bovins eux aussi, relèvent en grosse majorité de l'agriculture musulmane, puisque sur un effectif de 886.000, 769.000 appartiennent aux indigènes. Le troupeau algérien n'a donc qu'un potentiel actuel de production laitière qui n'atteint pas 150 millions de litres de lait par an, soit 7 à 8 centilitres de lait par habitant et par jour. Sur ce pont, la situation de l'Algérie est tragique puisque dans les grandes villes l'alimentation en lait demeure mal assurée, même pour les enfants et les malades. L'importation des vaches laitières Schwitz, Tarentaires, Comtoises, Montbéliardes est coûteuse, et l'exploitation de ces bêtes importées se heurte aux ravages de la piroplasmose et de la fièvre aphteuse. La taxation du lait à un prix non rémunérateur n'incite pas les nourrisseurs à étendre leur activité.

Les bœufs, malgré leur petit format, sont de bons travailleurs, leur poids de 300 kilos en moyenne en fait de médiocres fournisseurs de viande.

La cavalerie d'Algérie représente un effectif d'un peu plus de 200.000 bêtes, dont les indigènes en possèdent 151.000, à base de sang barbe, auquel s'est mélangé le sang arabe et anglais, et sur les Hauts Plateaux le sang breton donnant avec les croisements rustiques barbe breton, de bons chevaux de trait.

A cet effectif de chevaux s'ajoutent 220.000 mulets et 350.000 ânes dont la rusticité est précieuse sous ce climat difficile.



De cette rapide revue se dégagent, semble-t-il, deux idées maîtresses :

D'abord l'importance considérable laissée dans ce pays à l'agriculture indigène, importance que traduit nettement la répartition du sol — 4.600.000 hectares de terres melk, 2.700.000 hectares de terres arch — soit un peu plus de 7 millions d'hectares restent en effet soumis à la loi coranique, et 1.800.000 hectares francisés, mais possédés par les Musulmans font un total de près de 9 millions d'hectares exploités par les indigènes, alors que le bloc européen ne rassemble que 2.500.000 hectares.

Certes, la propriété européenne qui ne couvre qu'un peu plus du quart de la propriété totale, reste la grosse pourvoyeuse de richesses. Sur des terres fertiles, elle a presque partout créé cette fertilité. Ni la plaine de la Mitidja, ni la plaine de Bône, ni celle de l'Habra n'étaient cultivées avant l'arrivée des Français, c'étaient des marais et des grossiers pâturages, et elles sont devenues l'assiette de nos

meilleurs vignobles et de plantureuses orangeries, le Sahel n'était que broussailles. Seules quelques zones à blé qu'occupe la colonisation étaient cultivées par les Indigènes, mais mal travaillées. La colonisation, par son potentiel actuel de production de 10 à 12 milliards de vins, de 2 milliards de fruits, par l'augmentation des rendements de blé a donc, sans que l'indigène ait vu se restreindre sa production, créé pour le pays une énorme richesse, créé pour l'indigène des possibilités de travail et de ressources dont il profite largement.

Et c'est là la deuxième idée maîtresse qu'il convient de souligner, c'est que la colonisation a été pour ce pays le ferment de progrès, et que c'est à son contact, et seulement à son contact qu'a progressé l'agriculture musulmane. L'essor réalisé dans la culture du tabac l'a été grâce à l'impulsion donnée par les planteurs français groupant avec eux les Indigènes ; les organisations pour la vente coopérative des oranges dont profitent les musulmans possesseurs des jardins au même titre que les Français, sont le fait de la Colonisation, et même dans le domaine de l'élevage, les progrès, quelque minimes qu'ils soient, qui ont été accomplis viennent de la propriété européenne et des efforts de l'Administration ; enfin, si dans l'Oued Rirh, la masse des propriétaires de palmiers est formée de musulmans, leur richesse vient des efforts de l'Administration française et de l'exemple de hardis planteurs français qui ont su risquer avec la foi dans l'avenir, qui ont connu des heures difficiles, mais qui ayant réussi ont été pour les phœniculteurs indigènes, un exemple heureusement suivi.

LE MILIEU SOCIAL

C'est donc dans ce climat d'association, qui a été et doit demeurer véritablement fraternelle entre la colonisation et le monde rural musulman qu'il convient de jeter un rapide coup d'œil sur ce que sont les populations indigènes et la colonisation.

Et d'abord il convient de bien noter que si les caractères de ces populations demeurent dissemblables, bien que fortement inter-pénétrées dans leurs agricultures, c'est là en grande partie le fait de la situation juridique des terres qu'elles exploitent. L'agriculture musulmane qui exerce son activité sur près de 9 millions d'hectares, ne compte que 1.800.000 hectares de terres francisées ; tout le reste demeure soumis au statut musulman, et 2.700.000 hectares de terres arch, terres collectives, 4.600.000 hectares de terres melk, terres de propriété individuelle, mais sur lesquelles l'indivision est fréquente, et parfois poussée d'une telle sorte que des centaines de copropriétaires ont des droits sur une parcelle, rendent très difficiles des améliorations foncières permanentes, des créations de chemins, l'édification de bâtiments et même des défrichements et des épierrements. Le statut musulman freine tout progrès. La situation de la terre melk qui appartient souvent à 40, 20, parfois plusieurs centaines de copropriétaires indivis, puisqu'on a relevé sur le centre de Victor-Hugo une parcelle de 18 ha 61 a. 96 c. sur laquelle un pro-

894.740

priétaire voyait ses droits de propriété définis pour —————
17.517.712.800

ce qui ne correspondait, en cas de cessation de l'indivision, qu'à une superficie de quelques mètres carrés et une valeur de quelques centimes, fait que beaucoup de copropriétaires se désintéressent de leur terre, et que ceux qui l'exploitent ou l'occupent ont des droits trop réduits ou trop précaires pour y faire des investissements d'amélioration, et s'il s'agit de terres arch, qui ont le caractère de propriété collective dont le fonds appartiendrait à l'Etat et la jouissance à la tribu, sans qu'aucun membre de la tribu n'ait sur ces terres de véritables droits privés et n'exerce tout au plus qu'une occupation de fait, elles sont de valorisation beaucoup plus difficile encore.

Il y a donc, par suite du statut musulman, des étendues considérables de terres en Algérie qui demeurent stérilisées, et que le

fatalisme musulman laisse dans leur état alors qu'à côté d'elles, sous le statut français, les terres soumises aux règles du Code Civil peuvent être l'assiette d'améliorations permanentes. Ces améliorations, si la propriété française les réalise, l'agriculture musulmane ne le fait que beaucoup plus rarement.

Cette population algérienne est en croissance rapide. Si chez les familles qui rassemblent les 942.000 Européens la natalité reste forte, très différente de celle de la Métropole, c'est néanmoins sur la masse des 7 millions d'indigènes (6.201.144 au recensement de 1936), que l'augmentation est surtout rapide. Elle était de l'ordre de 200.000 âmes par an, et tend vers les 300.000.

Et cette augmentation massive pose au pays de graves problèmes. Si l'Algérie a des cultures riches, a des zones riches, a dans le double cadre européen et musulman quelques familles riches, l'Algérie dans son ensemble demeure un pays pauvre, parce que pays sans industrie et pays sans cadres suffisants, du fait surtout de la déficience musulmane. Elle n'a pas, en effet, au même titre que le Maroc et la Tunisie de vieilles familles musulmanes évoluées intellectuellement. Ce fait est traduit nettement par l'absence presque complète de jeunes musulmans algériens sur les bancs de l'Ecole Nationale de l'Agriculture d'Alger, alors que de jeunes Marocains y ont tenu une place honorable, tandis que par contre, les écoles de niveau peu élevé comme Philippeville et Témouchent ont régulièrement des élèves indigènes. Et il faut reconnaître également que nos cadres français sont trop réduits, et qu'à chaque instant, pour créer et évoluer, il faut faire appel à la Métropole. Le manque d'hommes apparaît aussi dans le domaine de l'économie rurale comme un des maux majeurs du pays. Or, l'Algérie est en face du difficile problème de produire assez et d'accroître assez vite sa production et ses exportations, pour faire vivre les couches nouvelles d'une population qui s'accroît de 250.000 consommateurs nouveaux chaque année, consommateurs qui, dans leur ensemble, sont, hélas, plus des bouches que des cerveaux, mais qui en tout état de cause, sont des hommes dont nous avons la charge, des hommes que nous devons élever moralement et intellectuellement certes, mais d'abord nourrir. Et c'est là le devoir majeur en face duquel se trouvent les Français d'Algérie. Deux solutions s'offrent à nous : accroître la colonisation et par suite la production et les moyens de travail donnés aux indigènes, ou axer l'effort sur l'agriculture musulmane.

C'était la première formule qu'avait adoptée de grands Administrateurs républicains comme les Cambon, les Jonnart et les Lutaud, et M. de Peyerhinoft, Directeur de l'Agriculture et de la Colonisation a bien montré, dans son étude restée classique sur la Colonisation en Algérie, que parallèlement à la création de la colonisation française, la productivité du pays avait crû, et nous cons-

tatons objectivement sans aucune passion partisane, que parallèlement à l'application de cette formule, la productivité indigène ne s'est pas réduite, que le standing de vie des musulmans loin de s'abaisser s'est non seulement maintenu, mais a augmenté toutes les fois qu'il y a eu de la colonisation à son contact, et que la population indigène a crû avec la rapidité et l'importance que nous dégageons plus haut. Tous les villages de colonisation prospères, ont vu en 30 ans doubler ou tripler suivant les cas, et souvent accroître beaucoup plus encore leur peuplement musulman.

Dans le climat politique actuel cette formule pourtant n'est plus de mise. Les programmes de colonisation sont stoppés, et bien plus, la propriété rurale européenne régresse depuis 3 ans devant l'emprise indigène, de 10 à 12.000 hectares environ par an.

Cette colonisation était pourtant une œuvre bien française, et pendant tout un siècle avec le flux et le reflux de méthodes contradictoires souvent heurtées, elle s'avérait comme une œuvre à caractère dominant de la colonisation de peuplement, de colonisation d'allure démocratique, tendant à créer un ensemble de petites et moyennes propriétés rurales, œuvre d'importance considérable puisque après un peu plus d'un siècle, sur 2.400.000 hectares relevant en Algérie de la colonisation, 1.700.000 ont été créés par la Colonisation Officielle, la Colonisation d'Etat, première entreprise semble-t-il d'économie dirigée, en une époque de libéralisme, l'Etat s'étant pendant près d'un siècle, fait entrepreneur de colonisation. Et cette entreprise d'économie dirigée les résultats la consacrent, malgré les ajustements nécessaires, comme un succès, puisqu'en 1856 l'Algérie ne comptait que 259.000 Européens dont 92.000 Français, et que ces chiffres sont devenus 830.000 Européens et plus de 620.000 Français, ce dernier chiffre n'étant atteint, il est vrai, que grâce au jeu de la naturalisation automatique. Certes, l'ensemble de cette population française n'est pas intégralement resté rural, mais à l'actif de la Colonisation Officielle il faut inscrire tous ces Français des villes, des malchanceux peut-être qui ont quitté la terre, sur laquelle l'attrait de la propriété les avait attirés, mais qui ayant échoué comme colons, sont restés néanmoins en Algérie et ont contribué à former utilement notre peuplement urbain qui manquait de cadres, qui manquait de contremaîtres, de comptables ou d'employés et les a trouvés parmi ces colons défaillants. Or, sans l'attrait de la propriété, beaucoup de ceux-ci ne seraient probablement pas venus en Algérie où ils sont malgré tout demeurés, et c'est à l'actif de la colonisation que figurent donc encore de ce chef ce que l'on pourrait enregistrer « sensu stricto » comme des échecs, échecs du point de vue rural, mais but atteint et succès, du point de vue du peuplement français total, du point de vue influence et rayonnement national, du point de vue constitution de cadres au pays, puisque ces colons ruinés ou déçus, car, il faut bien le dire, la colonisation n'a pas toujours été une cause

d'enrichissement, ont contribué à fournir ensuite, après l'abandon de leurs lots, des cadres aux affaires commerciales et aux Administrations d'Algérie. Et quand aujourd'hui l'Algérie en croissance manque d'hommes et de cadres, quand on a la certitude que d'ici une ou deux générations au moins le peuplement musulman mal évolué et à élites squelettiques ne pourra les fournir, est-il bien conforme au rayonnement français de stopper la colonisation ? C'est ce à quoi ceux qui prennent contact avec l'Algérie doivent réfléchir.

Actuellement tout programme de colonisation étant stoppé, si bien même que les fils de colons de nos villages de colonisation, dont les familles sont installées sur des domaines trop réduits, quittent la terre et vont, pour pouvoir vivre, dans les villes tentaculaires, c'est sur l'essor du paysanat musulman que porte tout le programme d'augmentation de la production.

Il a été axé en Algérie sur l'œuvre des S.A.R. (Secteur d'Amélioration rurale). Comme le dit la notice du Gouvernement Général de décembre 1946, le S.A.R. est une unité géographique et une unité économique dans le cadre du territoire, dans le cadre d'une S.I.P. (Société Indigène de Prévoyance). Le S.A.R. groupe une centaine de cultivateurs, et sa surface varie de 300 hectares dans les zones à cultures arbustives, à 1.200 hectares dans les zones céréalières.

Le S.A.R. est dirigé par un chef de culture, et ses terres sont partagées entre les fellahs chefs de famille qui vivaient sur des terres insuffisantes ou n'avaient pas de terres,

L'Administration apporte aux fellahs des S.A.R. son aide en faisant pour eux les labours profonds au tracteur et les groupe en familles pour leur faire faire, sous la direction du chef de culture, les façons superficielles, les fellahs conservent ainsi leurs attelages et leur économie rurale familiale. Déjà de nombreux S.A.R. ont été créés sur leurs terres. A l'automne prochain, les semailles seront faites sur les terres préparées selon la technique européenne.

Mais comme le souligne fort opportunément M. Truet, Conseiller Technique du Paysanat : « pour que vive le S.A.R. et que s'améliore définitivement le paysan, chaque adhérent doit connaître parfaitement les buts à atteindre, les raisons des travaux à effectuer et la discipline à suivre, ainsi que son rôle dans l'organisme créé. Il doit être convaincu de la nécessité d'un effort soutenu et doit acquérir la volonté d'exécuter parfaitement son travail ».

Nous voilà donc reconduits, et c'est fatal, sur le terrain humain et psychologique des problèmes. Aussi pouvons-nous dire en conclusion, qu'en Algérie les problèmes techniques, s'ils sont complexes, peuvent toujours se mettre en équations simples et de solutions relativement faciles. Les colons l'ont montré. Ils ont constitué, malgré

les difficultés de tous ordres, un des plus beaux vignobles du monde. Leurs jardins à orangers plantés depuis 20 ans l'ont été suivant une méthode très supérieure à celles des plantations précédentes des vieux jardins arabes de Blida. L'essor des cultures arbustives est remarquable, la technique de la culture du blé est maintenant bien au point, mais le problème humain et psychologique est à peine abordé. Comment faire vivre cette énorme masse musulmane dans son ensemble peu évoluée et sans cadres, à côté de la Colonisation Française ? Comment faire que l'élite intellectuelle et technique que la colonisation représente, comment faire que cette colonisation, dont l'effectif est à peine du dixième de l'effectif indigène a pourtant, depuis 25 ans, envoyé sur les bancs de notre grande Ecole Nationale d'Agriculture d'Alger, 300 fois plus d'élèves que les musulmans, encadre, sans heurts et sans préjudice des droits qu'elle tire de sa valeur intellectuelle, la masse musulmane et arrive à lui faire produire ce qui est nécessaire à sa vie, c'est là l'essentiel du problème algérien d'aujourd'hui et de demain.

En effet, si la terre une fois francisée demeure bien définitivement soumise aux règles du Code Civil, l'indigène qui la possède conserve son statut personnel musulman.

Avec la polygamie qu'il garde, avec le régime successoral, qu'il doit à son statut personnel, les dévolutions successorales mettent rapidement la terre dans un état d'indivision très poussée, et dès qu'il s'agit de propriétés indigènes la francisation a beau intervenir, la propriété indigène en dehors du pays kabyle est presque toujours soumise à l'indivision et présente de ce fait une situation très différente de ce qu'elle eût pu être si l'indigène, comme la terre, était soumis à notre Code civil au point de vue matrimonial et successoral.

Il y a là un fait dont il convient de se bien pénétrer pour comprendre les difficultés de valorisation de la propriété musulmane, et l'état trop souvent arriéré de son économie rurale.



A côté de cette propriété indigène, s'étend sur 2.300.000 hectares la propriété européenne. Celle-ci est en majorité issue de la colonisation officielle et s'est pendant tout le XIX^e siècle constituée par l'application de formules parfois opposées : Concessions gratuites ou ventes aux enchères, constitution de villages ou attributions de lots de fermes, créations de très petites propriétés de 3/4 d'hectare, comme le faisait Clauzel, de 4 hectares comme le décidait Bugeaud qui toutefois, en même temps, attribuait à Boufarik, à Borély la Sapie, le grand domaine de Souk Ali, et les 4.020 hectares du camp de Staouéli aux Trappistes, lots de 8 à 10 hectares attribués aux ouvriers des ateliers nationaux, grandes concessions du Second Empire allant jusqu'à 100.000 hectares, lots de 30 à 70 hectares créés par la III^e République.

Pendant tout un siècle, les méthodes se sont succédé et heurtées, mais elles ont néanmoins abouti à créer un peuplement français, une propriété française qui aujourd'hui est la richesse du pays et fait vivre la masse indigène en croissance rapide.

Dans son ensemble, cette colonisation s'avère comme une œuvre à caractère dominant de colonisation de peuplement, ayant créé un ensemble de petites et de moyennes propriétés rurales, issues en grande majorité, non pas de la spéculation et du capitalisme, mais de la volonté de l'Etat, puisque sur 2.400.000 hectares colonisés, 700.000 seulement proviennent de la colonisation libre, ayant acquis à ses risques et périls les terres des indigènes, tandis que la colonisation officielle de l'Etat a créé des propriétés françaises s'étendant sur 1.700.000 hectares.

Et cette création a permis aux Indigènes de se multiplier là où elle avait lieu. Dans tous les villages de colonisation, le nombre de musulmans est en croissance rapide, d'autant plus rapide que la colonisation y est plus prospère. Ainsi, de 1906 à 1939, dans la Mitidja la population indigène s'élève, à Boufarik de 4.230 à 10.104, à l'Arba de 6.937 à 12.691, à Sidi-Moussa de 1.948 à 4.164, à El-Affroun de 2.427 à 6.620, dans le Sahel, Chéragas voit, de 1906 à 1936, le nombre des indigènes passer dans le même temps de 1.904 à 3.981, Draria de 1.045 à 4.645, El Achour de 35 à 494, Zéralda de 432 à 2.391, Guyotville de 91 à 4.352, tandis que dans les zones à colonisation rare, la hausse est beaucoup moins marquée, Aïn-Mlila ne passant à 30 ans de distance que de 53.732 à 61.469, Remchi de 31.698 à seulement 41.903, Renault de 28.767 à seulement 32.240, et l'on pourrait dans les trois départements multiplier les exemples, aussi le Professeur Lespès a pu écrire, dans une publication officielle, qu'il n'est pas dans le monde un pays où l'indigène musulman soit en contact plus étroit dans la vie rurale et dans la vie urbaine avec la colonisation et où la collaboration apparaisse une nécessité plus impérieuse, une réalité moins contestable.

Et sa conclusion qui était de 1937, peut être aujourd'hui celle de cette rapide revue. « L'Algérie est un pays où l'on travaille beaucoup, et selon tous les modes de l'activité humaine. Elle s'ennorgueillit d'offrir un visage et un esprit tout modernes. Elle est orientée vers l'avenir. Elle aspire de plus en plus à entraîner dans son essor toutes ses populations. Elle est profondément française, non point seulement par la contribution qu'elle apporte à l'économie nationale, mais par la volonté qui l'anime plus que jamais de faire œuvre sociale, et de poursuivre le relèvement matériel et moral de tous ceux que la Mère Patrie a associé à ses destinées. C'est vers la France, vers la France seule, qu'elle se tourne toute entière, avec la pleine conscience que les intérêts des deux pays sont liés indissolublement, comme leurs destinées ».

IMPRIMERIES « LA TYPO-LITHO »
ET JULES CARBONEL, RÉUNIES
2, RUE DE NORMANDIE — ALGER

OBSERVATIONS
SUR
LES MÉTHODES D'ANALYSE MÉCANIQUE
DES TERRES CALCAIRES

PAR

G. AUBERT

STATION CENTRALE D'AGRONOMIE, VERSAILLES.

LEJAILLE

et

DRISS BOUAZZA

LABORATOIRE DES IRRIGATIONS, RELIZANE (ALGÉRIE).

(Extrait des ANNALES AGRONOMIQUES, livraison de Juillet-Octobre 1939)

PARIS



92, RUE BONAPARTE (VI)

1939

OBSERVATIONS SUR LES MÉTHODES D'ANALYSE MÉCANIQUE DES TERRES CALCAIRES

PAR

G. AUBERT

Station Centrale d'Agronomie, Versailles.

LEJAILLE

et

DRISS BOUAZZA

Laboratoire des Irrigations, Relizane (Algérie).

Dans le cas des terres calcaires, la méthode internationale présente de graves inconvénients. Elle comporte une décalcification préalable des échantillons; cette opération est parfois très longue et elle conduit à utiliser d'assez grandes quantités d'acide chlorhydrique N/20. Ce dernier n'attaque pas seulement le calcaire mais aussi les matières argileuses. Ainsi, nous avons dosé les sesquioxydes dans les solutions de décalcification et de lavage d'une terre de la région de Relizane, contenant 26 % de CO^3Ca , 4,4 % d'argile (méthode internationale) et 1,6 % de sable grossier, constitué presque exclusivement par des grains de quartz.

Sesquioxydes dissouts (sur 20 gr.)	0,069 gr.
Erreur absolue	0,36 %
Erreur relative (par rapport à l'argile)	8,2 %

Par ailleurs, il arrive fréquemment, en Algérie, que les terres soient très riches en petites concrétions calcaires, englobant des quantités plus ou moins importantes d'argile. Tel est le cas des terres tuffeuses de la vallée du Chélif. Un échantillon de sol de ce type, dosant 29,5 % de CO^3Ca , contenait :

Argile totale	10,5 %
— des concrétions calcaires	1,9 %

Dans les recherches pédologiques, ces deux catégories ne peuvent être confondues.

La méthode mise au point par Demolon et Bastisse (1), supprimant la décalcification préalable, permet d'éviter ces inconvénients. Elle se prête à l'emploi de la pipette de Robinson et aux analyses en série. Il suffit de faire une simple correction tenant compte de l'addition du citrate de sodium à la suspension d'argile. C'est ainsi que nous l'avons utilisée très fréquemment dans nos études pour l'établissement de la carte des sols de France, ainsi que dans nos recherches sur les sols algériens et, en particulier, sur les sols irrigués.

Demolon et Bastisse ont déjà signalé certaines terres pour lesquelles leur méthode n'est pas applicable, notamment les terres difficilement dispersables, telles que les sols latéritiques. Nous avons rencontré une autre série de terres pour lesquelles cette méthode ne peut être utilisée qu'après quelques modifications : des terres comportant une certaine quantité de calcaire sous une forme facilement attaquable, par exemple les terres tuffeuses. Le calcaire s'y trouve sous forme de concrétions, souvent très petites, formées autour des grains de sable, et englobant généralement une certaine masse d'argile. Six échantillons prélevés sur deux profils de sols sur tuf furent analysés par la méthode de Demolon et Bastisse, ainsi que trois échantillons d'un profil de sol alluvionnaire marneux, à calcaire facilement attaquable. Traitées par KCl N/10, elles se dispersaient bien à l'eau distillée, mais additionnées de citrate de soude et agitées mécaniquement, elles floclèrent. Divers essais furent tentés comme le montre le tableau suivant :

CONCEN- TRATION DE KCl	AGENT DISPERSANT CONC. FINALE	MODE D'AGI- TATION	NATURE DE L'ÉCHANTILLON	RÉSULTAT
N : 10	Citrate de sodium N : 100	mécanique	Terre tuffeuse	Argile floclée
—	—	à la main	—	—
N : 5	—	mécanique	Terre marneuse	Argile floclée
—	—	à la main	—	—
—	Soude N : 25	mécanique	Terre tuffeuse	—
—	Soude N : 12,5	—	—	—
—	Carbonate de soude N : 25	—	—	—
—	Aucun	—	—	—
—	Aucun	à la main	—	Argile dispersée
—	Soude N : 25	—	—	—
—	Ammoniaque environ N	—	—	—
N : 10	—	mécanique	Terre marneuse	—
—	—	—	—	—

(1) DEMOLON et BASTISSE, Ann. Agr., N^{11e} série, t. V, 1935, p. 1 à 15.

Dans la plupart des cas où les échantillons avaient floculé, nous avons prélevé la solution surnageant pour y doser la chaux. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

NUMÉRO DE L'ÉCHAN- TILLON	PROFONDEUR	NATURE DE LA TERRE	AGENT DISPERSANT	CaO (mgr. p. l.)
563	0 m. 60	Terre tuffeuse	Citrate de sodium	410
	0 m. 90	—	—	335
564	0 m. 60	—	—	417
576	0 m. 30	Terre marneuse	—	285
	0 m. 60	—	—	435
	1 m. 80	—	—	565
563	0 m. 90	Terre tuffeuse	Carbonate de soude	0
563	0 m. 90	—	Soude	0
564	1 m. 15	—	Soude	0

Nous pensons que dans le cas de ces terres marneuses de la région de Relizane, le citrate de sodium attaque le calcaire et en dissout plus ou moins, suivant la teneur des échantillons en cet élément. Demolon et Bastisse ont signalé un fait analogue pour la terre à foulon. On constate que dans le cas des terres tuffeuses la simple agitation mécanique fait passer une certaine quantité de calcium à l'état échangeable. Celui-ci peut ensuite être attaqué par le citrate de sodium et passer en solution.

Pour l'analyse mécanique de ces terres, la méthode la plus simple serait donc la suivante : sur 20 gr. de terre séchée à l'air on détruit la matière organique par 60 cc. d'H²O² à 20 volumes. On procède ensuite à plusieurs lavages (6 ou 7), par décantation avec KCl : N/10, puis à un lavage sur filtre à l'eau distillée. On fait passer dans une allonge à sédimentation avec 300 à 400 cc. d'eau distillée. On ajoute 50 cc. d'ammoniaque au 1/3. On agite, sans excès, à la main, par retournement, pendant 1/4 d'heure. On amène à un litre et on extrait après sédimentation les diverses fractions.

Cette méthode très rapide permet d'obtenir les résultats d'une analyse au bout de 16 ou 17 heures.

Des analyses comparatives par la méthode internationale et par celle décrite ci-dessus, de différentes terres marneuses prélevées dans la région de Relizane ont donné les résultats suivants :

Nos des échantillons ...	MÉTHODE INTERNATIONALE (I)			MÉTHODE A KCl ET NH ³ (II)		
	R 5	R 6	R 8	R 5	R 6	R 8
	%	%	%	%	%	%
Argile ou éléments < 2 μ	22,2	45	36,5	33,25	42,75	34,75
Limon	33,7	20	30	47,75	43,5	51,5
Sable fin	7,6	4,2	2,5	13,9	4,5	9,5
Sable grossier	traces	0	0	0,1	0,1	0,05
Calcaire	31,5	25	29			
Matières organiques ...	5	1,8	2			
	100,0	100,0	100,0			

La méthode d'analyse sans décalcification préalable donne des valeurs plus élevées (II) pour les différents fractionnements. Cette surcharge due au calcaire peut affecter, comme le montrent ces résultats pour l'échantillon R5, le fractionnement correspondant aux éléments inférieurs à 2 μ . Dans les deux autres chantillons, il existe également une certaine quantité de calcaire à l'état de particules. Dans l'analyse selon la méthode proposée ci-dessus, nous avons en effet séparé, par siphonage après sédimentation, les différents fractionnements pour les trois échantillons. Nous les avons ensuite attaqués par de l'acide chlorhydrique dilué, puis lavés et pesés. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Nos des échantillons ...	ÉLÉMENTS NON CALCAIRES			ÉLÉMENTS CALCAIRES (par différence)		
	R 5	R 6	R 8	R 5	R 6	R 8
FRACTIONNEMENTS	%	%	%	%	%	%
< 2 μ	24,5	36,75	26,75	8,75	6	8
entre 2 et 20 μ	25,2	21	31,75	22,55	22,5	19,75
entre 20 et 200 μ	11,7	3,9	7,4	2,2	0,6	2,1
entre 200 μ et 2 mm. ...	traces	0	0	0,1	0,1	0,05

Il ne faut pas assimiler complètement le calcaire dont les grains ne dépassent pas 2 mm. aux éléments siliceux de même taille. Il semble cependant qu'il ait sur les propriétés physiques des sols une influence particulière. Ainsi les résultats des analyses par la méthode à KCl et NH³ (II) reflètent beaucoup mieux que ceux de la méthode internationale (I) les propriétés physiques et culturales des terres décrites ci-dessus.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION GÉNÉRALE DU GÉNIE RURAL
ET DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE

OBSERVATIONS
SUR L'ÉVOLUTION DE LA NAPPE PHRÉATIQUE
EN ZONE IRRIGUÉE, À RELIZANE (ALGÉRIE)

PAR

MM. G. AUBERT ET G. LEJEAILLE

CHARGÉ DE MISSION, ET CHEF DU LABORATOIRE DE LA COLONISATION ET DE L'HYDRAULIQUE,
À RELIZANE (ALGÉRIE)

(Extrait des *Annales* — Fascicule 67)



PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1943

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION GÉNÉRALE DU GÉNIE RURAL
ET DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE

OBSERVATIONS
SUR L'ÉVOLUTION DE LA NAPPE PHRÉATIQUE
EN ZONE IRRIGUÉE, À RELIZANE (ALGÉRIE)

PAR

MM. G. AUBERT ET G. LEJEAILLE

CHARGÉ DE MISSION, ET CHEF DU LABORATOIRE DE LA COLONISATION ET DE L'HYDRAULIQUE,
À RELIZANE (ALGÉRIE).

(Extrait des *Annales* — Fascicule 67)



PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1943

OBSERVATIONS

SUR L'ÉVOLUTION DE LA NAPPE PHRÉATIQUE

EN ZONE IRRIGUÉE, À RELIZANE (ALGÉRIE)

PAR

MM. G. AUBERT ET G. LEJEAILLE,

CHARGÉ DE MISSION, ET CHEF DU LABORATOIRE DE LA COLONISATION ET DE L'HYDRAULIQUE,
À RELIZANE (ALGÉRIE).

Certaines régions d'Algérie qui possèdent des sols chimiquement très riches et doués d'une constitution physique satisfaisante sont soumises à des précipitations pluviométriques trop faibles pour assurer des récoltes régulières.

Tel est le cas de la basse vallée du Chéliff et de son affluent la Mina.

Depuis des périodes plus ou moins longues — parfois plus de cinquante ans — certaines parties de ces régions sont irriguées avec les eaux retenues par des barrages de dérivation établis sur les principaux oueds. Ces irrigations ont pris un essor considérable ces dernières années depuis la construction de grands barrages-réservoirs sur ces oueds et l'organisation d'un service spécial des irrigations.

Dans plusieurs des périmètres préalablement irrigués les sols se sont enrichis en chlorures; des centaines d'hectares ont été ainsi perdus. Il s'est créé là de véritables steppes salées couvertes d'une végétation halophile (*Suaeda*, sp., *Salicornia*, sp., etc.).

Nous avons été amenés à étudier ces sols dans le nord-est du département d'Oran, dans la plaine de Relizane arrosée par la Mina. Cette plaine, formée par des alluvions, est entourée, au Sud et à l'Est, par des collines dont la masse principale est constituée par des marnes salées et gypsifères. Aussi tous les oueds et chabets qui y naissent sont-ils plus ou moins salés. L'oued Mina lui-même est légèrement salé. Par ailleurs une forte proportion des alluvions récentes apportées par ces oueds est, elle aussi, riche en chlorures.

La nappe phréatique qui existe sous la plaine — il n'y a pas une seule nappe continue, mais plutôt une série de nappes dont le cloisonnement dépend surtout de la constitution physique des alluvions — est salée. Sa remontée est la cause principale de la sursalure des sols de cette région.

Pour étudier l'évolution de cette nappe une centaine de forages ont été établis à travers toute la plaine, jusqu'à une profondeur atteignant parfois plus de 10 mètres. En 1938 et 1939, tous les quinze jours, le niveau de la nappe y était mesuré et un échantillon d'eau prélevé pour y doser les chlorures. Depuis, les observations ont été effectuées à des intervalles plus éloignés. (1)

(1) Toutes ces observations et les analyses dont les résultats sont cités dans cette note ont été effectuées par le Service Agrolgique de Relizane (Service des Irrigations).

Comme le montrent les graphiques ci-joints (fig. 1 à 4), correspondant aux observations effectuées en 1938, l'évolution de la nappe phréatique est très différente suivant les points. On peut grouper toutes les courbes obtenues en un certain nombre de types dont les représentants possèdent les mêmes caractéristiques tant au point de vue des mouvements de cette nappe que de sa teneur en chlorures.

On peut remarquer par ailleurs sur la carte ci-jointe (fig. 6) que les différents sondages appartenant à chacun de ces groupes se répartissent dans la plaine non suivant des points disposés au hasard mais suivant de véritables zones.

On distingue les types suivants :

Type I. — Forages où la nappe baisse en été, en même temps qu'y augmente la salure. (fig. 1, F. 0). La nappe n'est alors alimentée que par les eaux de pluie; le drainage naturel y est très faible et l'évaporation, très forte en été — dans cette région la température peut dépasser 50 degrés à l'ombre — provoque à la fois la baisse de son niveau et sa concentration en chlorures.

Type II. — Forages où la nappe remonte en hiver en même temps qu'y augmente la salure (fig. 1, F. 43). Comme pour le type précédent, la courbe indiquant les variations du niveau de la nappe est comparable à celle représentant les chutes de pluie (fig. 5). On peut cependant noter un certain retard dans les variations du niveau de l'eau dans ces forages par rapport aux époques de chute des pluies. La remontée concomitante de la salure montre que les eaux de pluie n'ont qu'une influence indirecte en ces points. Elles n'interviennent qu'après un cours, souterrain ou non, où elles se sont chargées en chlorures. On peut admettre — et la localisation dans la plaine des forages de ce type le justifie — qu'en ces points la nappe est sous l'influence soit des eaux souterraines venant des chabets salés, soit de cours souterrains ayant traversé des zones plus salées.

Type III. — Forages où la nappe remonte au printemps et en été, sans que son degré de salure augmente (fig. 2, F. 54). L'influence des pluies ne peut expliquer ces mouvements. La remontée de la nappe est due à l'irrigation de ces terres avec les eaux peu salées (0 gr. 3 à 0,6 de chlorures par litre) qui proviennent du barrage-réservoir de Bakhadda, sur l'oued Mina.

Type IV. — Forages où la nappe remonte au printemps et en été, mais où la salure augmente en même temps (fig. 2, F. 1).

Les irrigations ont, là encore, une influence prédominante, mais indirecte. La zone des forages de ce type correspond, d'ailleurs, à une région très peu irriguée. Deux explications peuvent être proposées de cette remontée de la salure en même temps que du niveau de la nappe :

Ou bien ce sont les eaux d'irrigation utilisées plus en amont, et surchargées en chlorures en traversant des zones plus salées, qui agissent;

Ou bien cette nappe est en liaison avec celle d'une zone voisine — probablement celle du type III située plus au sud — recevant des eaux d'irrigation. Il s'établit entre elles un équilibre de pression, mais non de composition chimique. Aussi cette nappe présente-t-elle, en été, une augmentation de sa teneur en chlorures due à l'évaporation.

Type V. — Forages où la nappe remonte au printemps, sans provoquer une hausse de sa teneur en chlorures, mais baisse en été (fig. 3, F. 32).

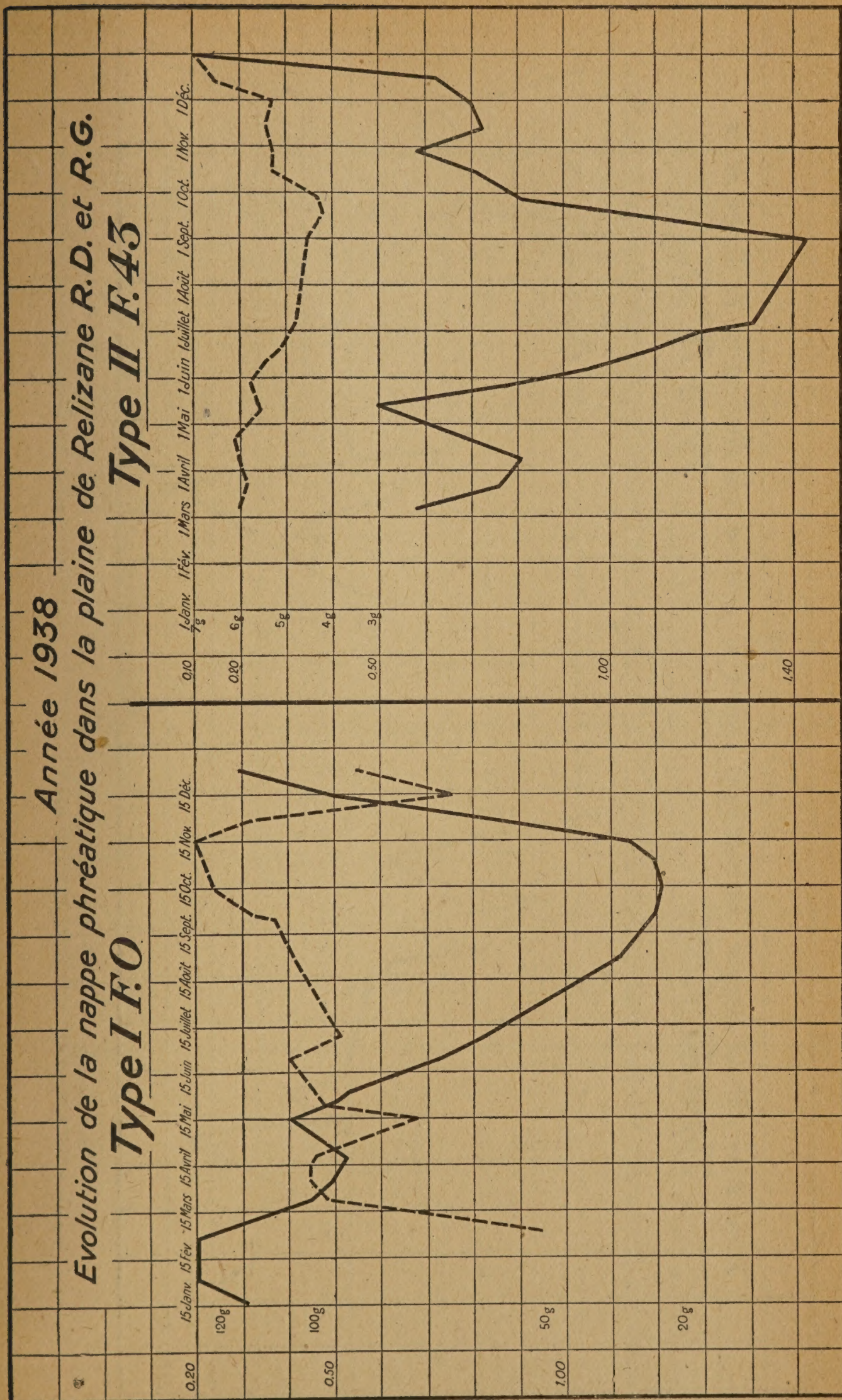


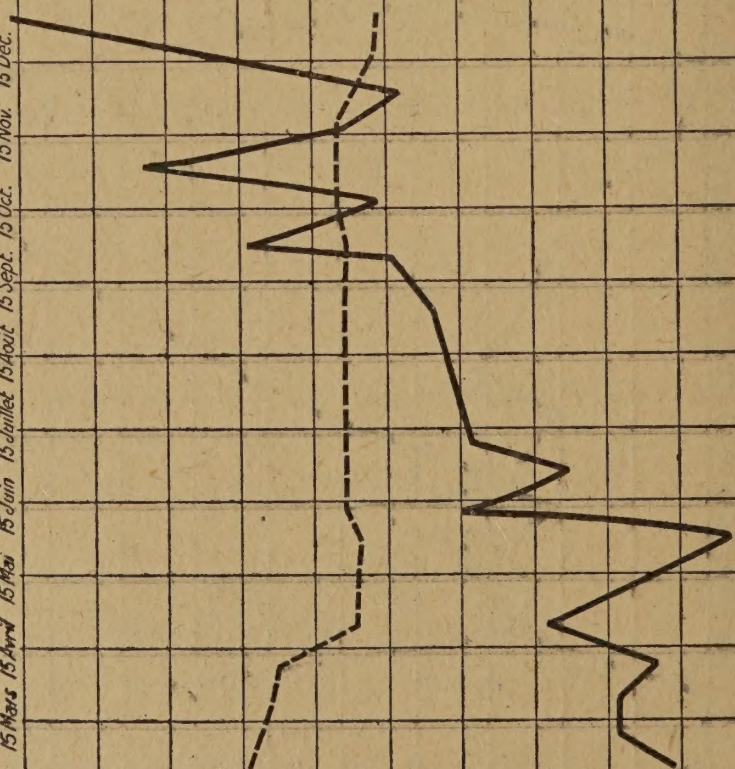
Fig. 1.

Année 1938

Evolution de la nappe phréatique dans la plaine de Relizane R.D. et R.G.
Type III F.54

15 Janv. 15 Fév. 15 Mars 15 Avril 15 Mai 15 Juin 15 Juillet 15 Août 15 Sept. 15 Oct. 15 Nov. 15 Déc.

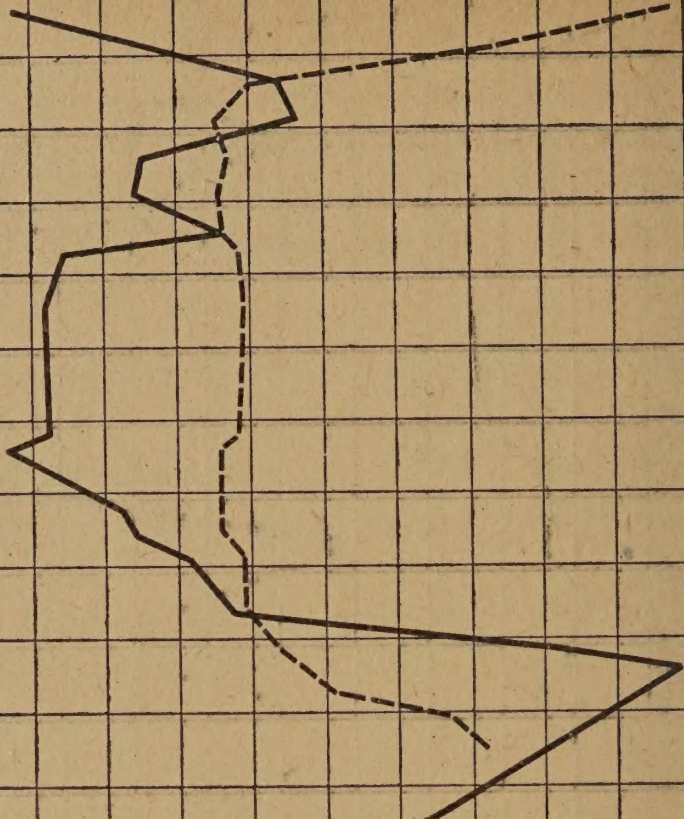
1.75
2 g
1 g
2.00
2.25
2.50



Type IV F.1

15 Janv. 15 Fév. 15 Mars 15 Avril 15 Mai 15 Juin 15 Juillet 15 Août 15 Sept. 15 Oct. 15 Nov. 15 Déc.

75 g
0.50
50 g
0.75
25 g
10 g



— Niveau de la nappe (profondeur en mètres).
- - - Salure de la nappe en gr. de Na Cl par litre.

Fig. 2.

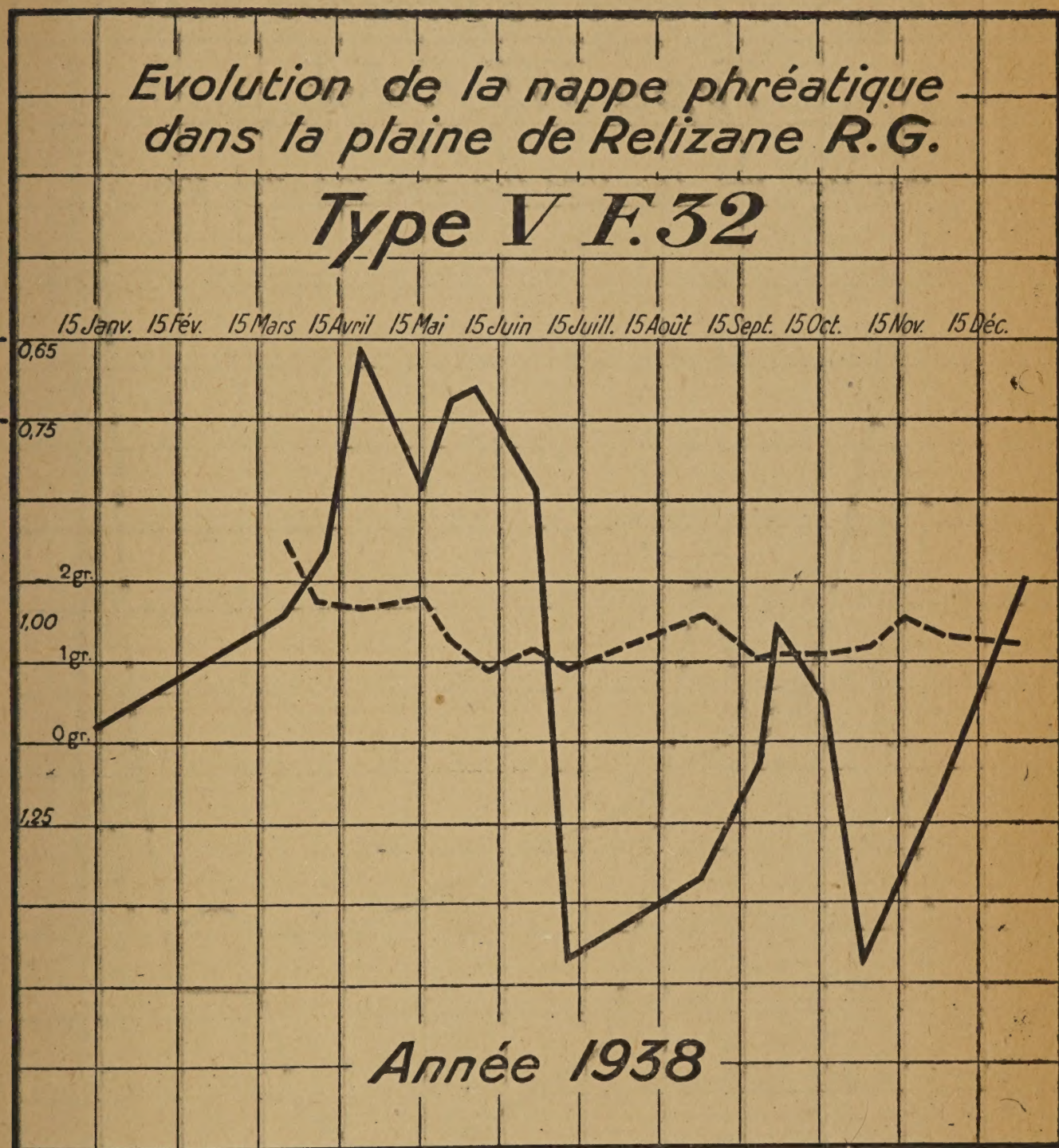


Fig. 3.

— Niveau de la nappe (profondeur en mètres).
 - - - - Salure de la nappe en gr. de Na Cl par litre.

Evolution de la nappe phréatique dans la plaine de Relizane R.D.

Type VII F.44

1 Mars 1 Avril 1 Mai 1 Juin 1 Juillet 1 Août 1 Sept. 1 Oct. 1 Nov. 1 Déc.

0,50

1,00

8 gr

7 gr

6

5 gr

1,60 4 gr

3 gr

1,70

Année 1938

Fig. 4.

— Niveau de la nappe (profondeur en mètres).
- - - Salure de la nappe en gr. de Na Cl par litre.

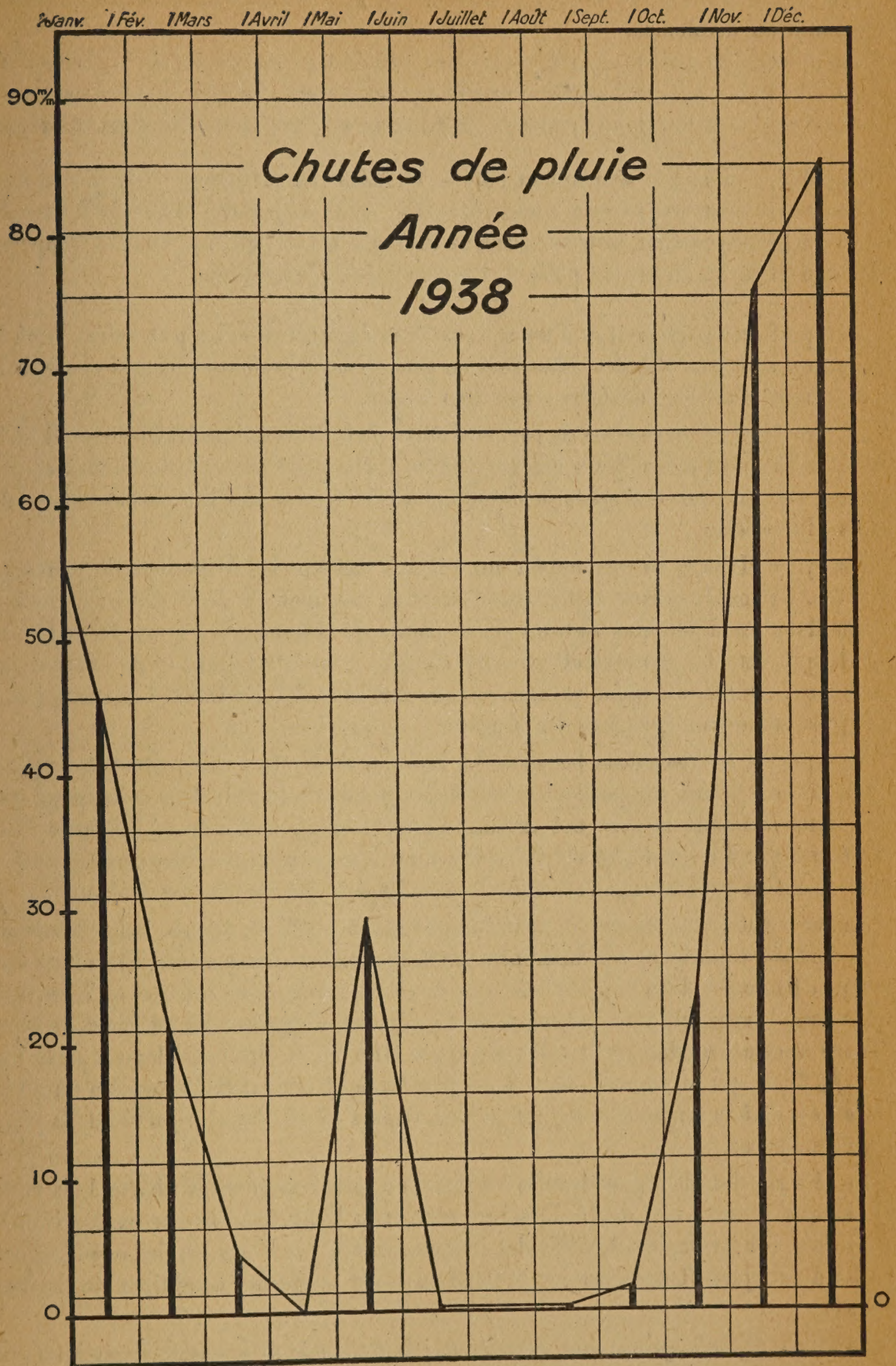


Fig. 5.

Type VI. — Forages où la nappe subit les mêmes fluctuations mais dont la salure augmente au printemps.

Ces deux types sont semblables aux deux précédents, mais en été l'influence des irrigations ne s'y fait plus sentir. Seule l'évaporation agit. Le type VI est assez rare et ne se trouverait que sur la rive gauche de la Mina, en aval de la zone actuellement irriguée.

Type VII. — Forages où pendant l'été — ou même au printemps — le niveau de la nappe baisse sans que sa salure augmente (fig. 4, F. 44). Cette baisse peut être due en partie à l'évaporation, mais surtout à un drainage naturel que ne viennent compenser efficacement ni les chutes de pluie ni l'apport d'eau d'irrigation.

Le type I occupe de part et d'autre de la Mina deux zones — les plus salées — où les irrigations sont très réduites. Elles sont en général assez argileuses, ce qui empêche les eaux venant d'ailleurs de faire sentir leur action.

Le type II se retrouve aussi de part et d'autre de la Mina, soit assez en amont, là où les oueds salés venus des collines qui bordent la plaine peuvent avoir une influence plus grande, soit en aval — d'après la topographie souterraine des lits perméables — des zones plus salées.

Les types III et V correspondent aux régions recevant les irrigations de printemps et d'été. Comme le prouve le tableau ci-dessous, indiquant le débit des irrigations en 1938 dans les différentes sections de la plaine de Relizane, les types III et IV sont développés dans les zones recevant — directement ou indirectement — de fortes irrigations aussi bien en été qu'au printemps alors que le type V est limité à la section D où ont prédominé très fortement les irrigations de printemps.

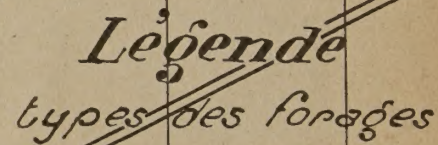
Le type VII occupe toutes les zones en bordure de la Mina qui représente le grand drain de cette plaine. En particulier sur la rive gauche sa limite ouest correspond avec une ligne haute de la base des niveaux perméables en profondeur. En outre il est représenté par certains forages (tel F. 44) comportant un horizon sableux très perméable plus ou moins profond et situés dans la partie amont de ces niveaux drainants.

Les observations faites avec la même fréquence en 1939 et, depuis, à des intervalles plus éloignés confirment ces différentes explications. Les changements intervenus dans le type d'évolution de la nappe phréatique de certains forages ne sont dus qu'à des variations dans le régime des irrigations dans ces régions. En particulier les zones de type I se sont élargies aux dépens de celles des types III à VI, et plus spécialement de la zone de type IV, ce qui correspond, dans le cas présent, à un arrêt dans l'extension du salant. Ce fait est dû à la diminution des irrigations, depuis 1938, dans les parties de la plaine les plus salées.

En résumé, dans la région étudiée les variations observées dans le niveau de la nappe phréatique et dans son degré de salure sont sous l'influence des facteurs suivants : conditions météorologiques, débit des irrigations, apports d'eau par les oueds, constitution du sol jusqu'à une certaine profondeur — en particulier conditions du drainage naturel.

La salure des sols qui est due, avant tout, à la remontée de la nappe phréatique salée — un second aspect de ce problème correspond aux phénomènes de salure superficielle — dépend donc de ces différents facteurs. Ceux sur lesquels les hommes peuvent agir le plus efficacement sont l'apport des eaux d'irrigation et le drainage.

Kaddour bel Kacem



Limite de la zone irriguée
à exclure du périmètre irrigué

Ainsi, pour éviter une remontée de la nappe phréatique, il faut limiter le débit des irrigations à l'apport d'eau nécessaire pour compenser celle perdue par l'évaporation ou prise par les cultures et la végétation naturelle, ou qui peut être rapidement drainée, et pratiquer un drainage d'autant plus serré que le drainage naturel est plus défectueux.

DÉBIT DES IRRIGATIONS DANS LA PLAINE DE RELIZANE.
(en mètres cubes).

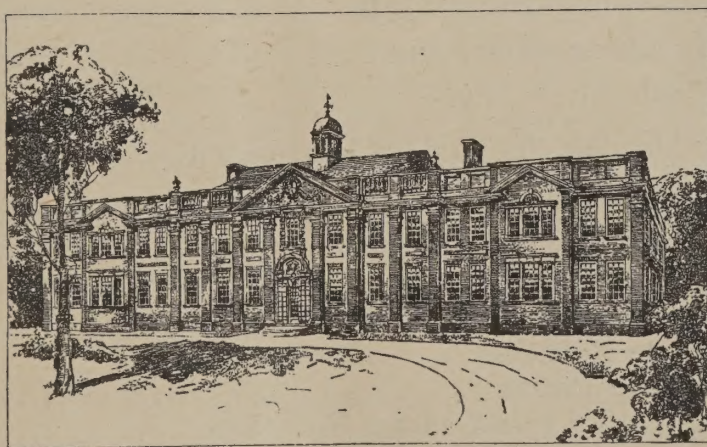
MOIS.	SECTION A.	SECTION B.	SECTION C.	SECTION D.	SECTION E.
Janvier	"	"	"	"	"
Février.....	108.635	642.600	335.765	380.895	228.639
Mars.....	175.989	831.795	396.990	659.060	280.330
Avril	372.185	895.055	590.224	1.166.940	416.735
Mai	114.380	278.070	35.910	300.630	77.280
Juin.	11.380	341.610	146.805	358.670	133.200
Juillet.....	652.438	549.210	283.870	375.750	123.785
Août	770.330	534.508	264.805	392.700	151.095
Septembre	708.731	556.537	190.975	360.550	229.895
Octobre.....	741.120	590.685	313.815	408.265	220.760
Novembre	551.606	288.876	250.745	400.275	310.385
Décembre	3.335	660	49.270	80.175	48.390

Rel 1099

Rothamsted Experimental Station
Harpenden

LAWES AGRICULTURAL TRUST

*Guide to the
Experimental Farm*



To be obtained from the Secretary

Price 6d.

Contents



	PAGE
Situation	3
History	3
Laboratories	4
Description of Soil	4
Weather Records	5
Experimental Farm	6
Acreage of Fields	7
Buildings and Equipment	8
Machinery	8
Notes on Crops	9
Livestock	10
Classical Fields	10
Broadbalk (<i>Plan on p. 13</i>)	
Effect of manures	11
Fallowing	11
Weeds	12
Drainage system	21
Wilderness... ..	21
Hoosfield (<i>Plan on p. 14</i>)	
Effect of manures	21
Weeds	22
Barnfield (<i>Plan on p. 19</i>)	
Effect of manures	22
Park Grass (<i>Plan on p. 20</i>)	
Effect of manures	22
Hoosfield Wheat after Fallow	23
Agdell Field	23
Principles Underlying the Modern Experiments...	24
The Annual Experiments	24
Long-Period Experiments	
Four-Course Rotation	26
Six-Course Rotation (and at Woburn)	27
Three-Course Rotation	27
Two-Course Rotation	28
Deep Cultivation (Six-Course) Rotation	28
Grazing Experiment, High Field	28
Field Activities of the Scientific Departments	
Plant Pathology	29
Entomology	30
Bees	30
Woburn Experimental Farm	30
Green Manuring Experiment	31
Ley and Arable Rotation Experiment	31
Market Garden Experiment	32

A map of the farm appears on the centre pages.

Guide to the Rothamsted Experimental Farm

ROTHAMSTED Experimental Station is at Harpenden, Hertfordshire twenty-five miles north of London, and midway on the A 6 road between St. Albans and Luton. The laboratories, on the west side of Harpenden Common, are half a mile from Harpenden L.M.S. Station, which is on the main line from St. Pancras to the North. The distance from the L.N.E. Station is one mile. Visitors who come *via* London should travel from St. Pancras. There are also two Green Line services which pass the laboratory. One starts from King's Cross, and the other calls at Victoria, London. The farm buildings are about a mile from the laboratories.

There are several cafés and hotels in Harpenden at which visitors may obtain lunch and tea, but definite arrangements should be made beforehand for parties. Visitors are requested to make the necessary arrangements with the Secretary before visiting the Experimental Station.

HISTORY

The founder of the Experimental Station was Sir John Lawes, a Hertfordshire landowner, who laid out the experimental fields on his home farm at Rothamsted in 1843. At the outset he secured the services of a young chemist, Dr. (afterwards Sir Henry) Gilbert, to take charge of the scientific side of the work.

For the whole of their long partnership, 1843-1900, the experiments were carried out at the expense of Sir John Lawes, who before his death took steps to provide funds for their continuation.

In the time of Lawes and Gilbert the work at Rothamsted covered a very wide range. Problems of animal nutrition as well as the feeding of the plant came under chemical investigation. Their analyses of the whole carcasses of animals at various stages of growth are classical, while the success with which their work on plant nutrition was carried into practice may be gauged by the rapid rise of the fertiliser industry in which England led the world. The special contribution of Rothamsted to this development, which without doubt formed one of the greatest agricultural advances of the nineteenth century, was the introduction of superphosphate and the proof of the necessity for nitrogenous fertilisers.

After the deaths of Lawes and Gilbert, the work of the Station was continued under Sir A. D. Hall from 1902-12, and Sir E. John Russell from 1912-1943, when the present director, Dr. W. G. Ogg, was appointed. In recent years considerable expansion has taken place, made possible by yearly grants from the Ministry of Agriculture. Additions were made to the laboratories, the extent of the farm was increased and the scope of the experiments widened. The Woburn Experimental Station, controlled by the Royal Agricultural Society of England from 1876-1921, and then by Dr. J. A. Voelcker till 1926, was taken over by the Lawes Agricultural Trust in that year, and provides a light land farm on which some of the long-period rotation experiments are repeated. The work at Rothamsted consists of fundamental researches and applied investigations into two main aspects of agriculture. One concerned

with the soil, soil fertility, plant nutrition, and pedology ; the other concerned with plant diseases caused by insects, fungi, and virus. In recent years increasing attention has been paid to soil and fertiliser problems in the Empire.

LABORATORIES

The original laboratory of 1843 was fitted up in an old barn adjoining what is now called Barnfield, and was transferred to a building erected in 1855 on the present site with funds presented to Lawes by local farmers. In 1914 the present laboratory was erected, and since then a number of additions have been made. In 1924 a block was built to the north of the original building, and in 1929 a private house (Red Gables), adjoining this new block, was taken over and used as the headquarters of the Imperial Bureau of Soil Science. In 1940 a new south wing was added to the main building, a modern pot culture station being erected at the same time. In 1946 two large houses, Rivers Lodge adjoining the south side of the laboratories, and Rothamsted Lodge, were acquired to accommodate scientific departments.

In the laboratories, equipment is provided for investigations into the many-sided problems of soil fertility, plant nutrition and plant disease. The main departments are Physics, Chemistry, Soil Microbiology, Pedology, Biochemistry, Botany, Statistics, Plant Pathology, Entomology, Bees, and Insecticides, with sections for Crop Physiology and Field Experiments.

There is also a very fine agricultural library of over 30,000 volumes.

THE SOIL

The soil at Rothamsted is formed mainly on the geological formation known as Clay-with-flints. The more angular flints come from the chalk, while the more obviously worn ones come from old gravel beds. Fragments of sandstone and quartz pebbles may also occur, but are rare. Hertfordshire pudding-stone also occurs as boulders. Patches of brick earth, which are almost free from stones, occur locally. A small area in Knott Wood is practically free from drift, the chalk occurring at a few inches below the surface.

There is considerable local variation in the texture of the clay-with-flints and that, together with variation in topography, makes the soil cover a complex one. The drainage of practically all the soils shows impedance, especially at depth. Waterlogging occurs only in the wettest seasons, and in general the drainage, from the practical point of view, is sufficiently good. It is possible however, to separate out four easily recognised series of soils. These have been given local names, since correlation with other areas has not yet been completed.

1. *Barnfield Series*. This consists on the average of greyish brown heavy loam to six inches, becoming gradually heavier to fourteen inches, below which it is a brown clay with ochreous mottlings. Slightly lighter and slightly heavier variations can be found. This series occurs in Barnfield itself, and stretches along the north-east side of the farm through Delharding, New Zealand, and Gt. Harpenden to the east end of Long Hoos. Another area occurs in Little Knott and Great Knott, stretching through Knott Wood in the direction of Park Grass.

2. *Broadbalk Series*. This soil appears to have a superficial sandy admixture in the clay-with-flints. The top nine inches is a greyish brown loam (fine sandy) with numerous flints over a brown clay loam to clay with occasional chalk fragments, and mottling increasing with depth.

This series occupies most of Broadbalk, and stretches northward through Hoosfield and Sawyers. In parts of Sawyers there occur small areas of orange

mottled sandy clay which resembles the brick earth in W. Barnfield. The continuity of these occurrences has not been proved. At the top and near the bottom of Broadbalk itself there are smallish areas of a fairly distinctive variety in which the raw clay comes nearer the surface. The soil then resembles the Barnfield Series.

3. *High Field Series*. This, again, seems to have a fine sandy drift overlying the Clay-with-flints. The general appearance of the soil is eight to eleven inches of fine sandy loam of a grey brown colour, becoming warmer-coloured and slightly heavier with depth. At thirty-two inches it is a brown fine sandy heavy loam with orange and yellow mottlings. Drainage is free to thirty inches and imperfect below.

This soil occupies all High Field and Park Grass, and stretches across by the Manor into Stackyard. Another large area occurs in Fosters' and W. Barnfield.

4. *Knott Wood Series*. The profile in this series is not dissimilar to that of Barnfield, but there is a clear-cut transition to chalk at about twenty inches in general, although the depth may range up to three feet. Locally there are very stony patches, and elsewhere chalk is encountered in the subsoil, but not in the underlying clay or in the surface. Chalk workings and blown trees have probably contributed to such irregular variations.

Soil Analysis

The soils contain 15–35 per cent clay in the surface, and up to 60–70 per cent in the subsoil. In spite of these high clay contents the drainage rarely seems to be badly impeded. Some of the heavier fields are, however, very difficult to work.

The clay-with-flints and brick-earths, from which the soil is derived, are almost free from calcium carbonate, and are usually fairly acid, but owing to the practice in former years of excavating the underlying chalk and spreading it on the surface in heavy dressings most of the old arable fields are now fairly well supplied with chalk. The surface soil contains between 1–3 per cent of CaCO_3 and the subsoil about 0.5 per cent or less, though there are areas, especially in parts of Long Hoos, where there is no chalk and the surface soil is acid. Most of the grass fields are acid, and a few fields in which long leys have alternated with tillage are also acid (e.g., Sawyers I and II, parts of West Barnfield II, Pastures, Great Knott I, Great Harpenden II).

The old arable land is well supplied with phosphate, containing about 0.2 per cent of total P_2O_5 and 0.04 per cent of P_2O_5 soluble in citric acid, and rarely shows responses to phosphate fertilisers. The old grassland and the acid parts of the newer arable land have much less readily soluble phosphate, and sensitive crops give moderate responses to phosphate fertilisers. The soil is often deficient in potash for, although it may contain 0.5 per cent of total K_2O , it only contains about 0.01 per cent of K_2O soluble in citric acid. Potatoes commonly give good returns for potash added either as fertiliser or in farmyard manure.

WEATHER RECORDS

The Meteorological Enclosure, in Great Field, is the main centre for collection of Rothamsted weather records. The observations are widely used by the staff of the Station in connection with field experiments, and returns are made to the Meteorological Office. The use of the enclosure has increased in recent years as a result of the development of research into the physical aspects of Agricultural Meteorology.

Many of the observations cover a long period. These include: rainfall (since 1853), drainage through bare soil, 20, 40 and 60 inches deep (since 1870), air temperature (since 1878), and sunshine (since 1891). Wherever possible

self-recording instruments are used. All of the above elements are continuously recorded, and, in addition, radiation intensity and wind velocity and direction are recorded in the Physics Department at the Laboratory. To these is being added continuous recording of dew-point, and it is hoped that other elements now recorded once daily will be similarly treated where desirable. These daily observations include temperature measurements in the soil, under bare soil and turf, at various depths down to 4 ft., at the tips of growing grass (grass minimum), and at screen height in the air (maximum, minimum, dry bulb and wet bulb). For research purposes, daily observations are made of evaporation from open water surfaces and from bare soil, and of transpiration from turf.

A tower 105 feet high has recently been installed to study the drift of insects, especially aphids, in the air. The tower also carries wind, temperature, and humidity recorders at various heights to link up weather data with insect activity, and also with evaporation rates measured in the meteorological enclosure.

The following table gives average weather characteristics for Rothamsted for the ten years 1930-39.

Month	Sunshine hours	Radiation cal./cm. ² / day	Temperature F.		Rain (1/1000 acre) inches	Drainage 20 in. gauge inches
			Mean Air	Mean Soil at 1 ft.		
January	53	54	38.9	39.0	3.04	2.65
February	75	98	38.4	38.3	1.68	1.08
March	135	202	41.8	41.2	1.66	0.92
April	130	261	45.3	46.2	2.24	0.85
May	170	353	51.3	52.7	2.21	0.71
June	206	405	58.0	59.4	2.01	0.43
July	185	361	61.0	62.2	2.25	0.44
August	189	306	61.3	62.4	2.04	0.53
September	135	228	56.3	58.3	2.68	0.91
October	104	129	48.8	51.1	2.58	1.25
November	60	64	43.2	45.5	3.27	2.64
December	41	40	38.3	40.1	2.46	2.05
Total or mean	1,483	208	48.6	49.7	28.12	14.46

THE EXPERIMENTAL FARM

The Rothamsted Home Farm of 250 acres came under the management of Sir John Lawes in 1834. In 1843 and subsequent years he assigned part of it to the field experiments on wheat, barley, roots, and grass, which are now known as the Classical Experiments. Although some of the land has from time to time been in other occupation, Sir John Lawes always retained control of the experimental fields, which were worked from the farm buildings near the Manor House.

These Classical Fields, comprising about 50 acres, were made over on a 99 years' lease to the Lawes Agricultural Trust on its formation in 1889. In 1911 the Trust acquired a further 230 acres of the surrounding land, most of which had been included in the original home farm. Two additional grass fields (42 acres) were taken over in 1932, and a further 59 acres in 1934.

So far the estate, including all the experimental fields, had remained in the hands of the Lawes family. In 1932, however, they decided to sell, and gave the Lawes Agricultural Trust Committee the first chance of securing

the land. The negotiations were completed in May, 1934, and the sum of £35,000 was raised by public subscription for the purchase of the farm, the Manor House, and Knott Wood. The total area thus obtained was 527 acres.

Until 1925 the farm was almost entirely arable under the system of cropping in which cereals predominated. As the agricultural depression became more intense it became imperative to have more grassland, while retaining a good deal in arable so as to avoid cramping the experiments. The policy of laying a considerable part of the farm to grass, either as long leys or permanently, was begun in 1925, and by 1929 95 acres had been sown, making a total of 123 acres of grassland. With the inclusion of 101 acres of parkland in 1934 as stated above, the position just before the war was 52 acres permanently under experiment, 88 acres arable, and 235 acres grass. In 1939 ley farming was introduced, and the arable acreage was increased to meet war-time needs; thus the arable land rose from 137 acres in 1939 to 326 acres in 1946 (including 104 acres temporary ley). The details, including the areas used for classical and long-term experiments, are as follows:—

<i>Arable</i>							Acres.
Experimental	..	..	..	..	..	..	48
Commercial	..	..	..	..	..	..	174
Leys	..	..	..	..	..	..	104½
							326½
<i>Permanent Grass</i>							
Experimental	..	..	..	..	..	..	50½
Commercial	..	..	..	..	..	..	97
							147½
Roads, Buildings, etc.	..	..	..	..	..	..	27½
Total	..	..	..	..	..	..	501½

PERMANENTLY UNDER EXPERIMENT
CLASSICAL

<i>Arable</i>							
Agdell Rotation	..	..	..	..	..	..	3
Barnfield Mangolds	..	..	..	..	..	..	8
Broadbalk Wheat	..	..	..	..	..	..	11
Broadbalk Wilderness	..	..	..	..	..	..	1
Hoosfield Barley	..	..	..	..	..	..	5½
Hoosfield Wheat and Fallow	..	..	..	..	..	..	1
Exhaustion Land	..	..	..	..	..	..	2½

<i>Grass</i>							
Park Grass	..	..	..	..	..	..	7

MODERN LONG-PERIOD EXPERIMENTS

Four-Course Rotation	..	..	Hoosfield	..	..	..	3
Six-Course Rotation	..	..	Long Hoos IV	..	..	..	4
Three-Course Rotation	..	..	Long Hoos VI	..	..	..	2
Two-Course Rotation	..	..	Long Hoos V and VII	..	..	..	2½
Deep Cultivation Rotation	..	..	Long Hoos I and II	..	..	..	4½
Grazing Experiment	..	..	Highfield..	..	..	..	43½

Experimental arable	..	48
Experimental grass	..	50½

RECLAMATION FROM WOODLAND

The productive acreage of the farm has been increased during recent years by clearing nearly 20 acres of derelict woodland in which the useful timber had been felled.

Several methods were adopted to bring this land back into cultivation, and in the long run they were all successful, but varied a good deal in the time taken and in cost. These methods are described in some detail in the 1939-45 Report.

In outline they are :

1. Tree stumps left, land put into grass.
 - a. Clearing the surface and direct reseedling to grass.
 - b. Clearing and ploughing with stump-jump plough before reseedling to grass.
2. Stumps removed, land put into arable crops.

Tree stumps removed by blasting, assisted with bulldozer if necessary, level and prepare for arable crops.

Re-Afforestation. An area of 14 acres of old woodland was cleared and replanted in 1940-41 with oak, ash, and beech.

BUILDINGS AND EQUIPMENT

The first farm buildings and cottages were erected in 1913, and additions have been made at various dates since then. The whole range includes all the usual barns, stores, sheds, stables, and stalls.

There are, in addition, the following buildings, which are required essentially for the experimental work : bullock boxes for the controlled preparation of farmyard manure ; water tank and storage platform for making Adco compost ; fertiliser store ; experimental room with weighbridge and drying oven, etc. ; and large demonstration room.

The large rat-proof barn enables the produce of the plots to be stored in safety until threshing can be most conveniently carried out. The large block of buildings allows much work to be done under cover when weather conditions prevent outside operations.

Electrical equipment was installed in 1932. Current at 415 volts is available for power purposes, and at 240 volts for lighting, heating, and small motors. The main uses of electricity are (1) Water pumping to buildings, cottages, and fields (4 h.p. motor) ; (2) Food preparing machinery, including a small hammer mill (3 h.p. motor) ; (3) Threshing (20 h.p. portable motor).

Four tractors provided with steel wheels and pneumatic tyres are in regular use. Two are row-crop machines fitted with tool-bars.

The farm now has a very complete range of tractor implements, and trailers with pneumatic tyres.

Nearly all the machinery is of standard type, and the most recent additions include combine seed and fertiliser drill, elevator type potato digger, and a crop sprayer capable of spraying corrosive liquids.

The horses are now reduced to five. Although the tractors do most of the heavy ploughing and cultivating, the horse teams have a definite advantage for short work on experimental plots. Many of the smaller experiments are ploughed with a one-way plough to avoid ridges and furrows, and the furrows,

which are turned one way the first year, can be turned back the following year, thus keeping the soil to its proper plot. The horses are also used for cleaning the headlands usually placed between the blocks of an experiment.

NOTES ON THE CROPS

Wheat. The Rothamsted soil is well suited to wheat. Stiff-strawed, heavy-yielding varieties, such as Jubilegem and Bersee, have replaced Victor and Wilhelmina on the non-experimental part of the farm. Squarehead Master is still used on the classical plots, and recently a higher yielding selection Squareheads Master 13/4 has been chosen. The seed rate is $2\frac{1}{2}$ bushels per acre.

Wheat usually follows beans, clover ley, or potatoes; but there is no fixed rotation. Nitrogenous top dressings are given according to the state of fertility of the land.

Barley. Plumage Archer usually gives satisfactory crops at Rothamsted. The land is ploughed before Christmas to get a frost tilth, and the seed is drilled at $2\frac{3}{4}$ bushels per acre. The barley has sulphate of ammonia at from 1 to 2 cwt. per acre, according to the state of the land.

Oats. Both winter and spring sown oats are grown. The winter variety SI47 has been found to meet the Rothamsted conditions slightly better than Picton. Spring oats are sown in February or as soon as conditions permit. Like all cereals, they receive a generous dressing of sulphate of ammonia.

Beans. To meet war-time needs the acreage of beans has increased from 2 acres in 1939 to 11 in 1946. The crop has been somewhat neglected by experimenters in the past, so each year comprehensive experiments are carried out on the farm. Preliminary results indicate some of the factors making for good yield:

- (1) Early sowing.
- (2) Heavy seed rate; up to 3 cwt. per acre.
- (3) Seed ploughed in, instead of drilled.
- (4) Rows as narrow as will allow for horse work.
- (5) A dressing of farmyard manure.

Of the fertilisers used, potash is the most important at Rothamsted.

Potatoes. The small acreage grown mainly for experiments until 1939 has now been increased to 30 acres. The variety chosen is Majestic, which receives 10 tons of dung in the drills and 10 cwt. of fertilisers per acre. Spraying against blight is carried out as required, and the haulm is burnt off with sulphuric acid before lifting. The potatoes are stored in the Dutch barn in cells built of straw bales. Each cell holds about 100 tons when filled to a depth of 10 ft. This method of storage has been very successful, and saves much labour on outside clamps. A mechanical system for elevating the potatoes into the cells is being worked out.

Sugar Beet. This crop is only grown for experimental purposes. Good yields are usually obtained, but lifting is troublesome.

Mangolds. The only crop grown is the 8 acres of the classical experiment on Barnfield.

Kale. Thousand Head Kale is sown in March or April, and a dust containing Gammexane is used to protect the seedlings from flea beetle. The crop receives 3-4 cwt. sulphate of ammonia per acre in two top dressings. The crop is folded by sheep in winter, and some is fed to cattle in yards.

The following table gives the average yields per acre of experimental crops in rotation, taken in most cases over the ten years 1936-45.

Wheat	26.6 cwt.	Beans (autumn sown)	20.7 cwt.	Potatoes	9.0 tons
Barley	27.5 cwt.	Beans (spring sown)	14.0 cwt.	Sugar Beet	11.0 tons
Oats	25.9 cwt.			Mangolds	21.7 tons

LIVESTOCK

The cattle number about 80 fattening stock and 20 cows. Black cattle (Angus bull on Blue-grey or Kerry cows) are reared chiefly to provide an even batch of animals of known history for grazing experiments. There are also a number of Irish Shorthorn steers.

Some of the cattle are fed in boxes and straw bale yards to produce manure of known composition for the field experiments on organic manures.

A flock of half-bred ewes is kept for breeding second-cross lambs. Oxford rams are now used, as the lambs produced are larger than those by Hampshire or Suffolk rams. The ewes go to ram in mid-October, spend the autumn and winter on grass with hay from Christmas, and receive concentrates about four weeks before lambing. The mangold crop is saved until after lambing in mid-March, when ewes receive mangolds on grass.

Separate flocks are made, one containing ewes with singles, and the other with twins and triplets. The twin lamb flock receives a small ration of home-produced food. Fat lambs are sold from June onwards, culled ewes are sold off with the later batches of lambs.

THE CLASSICAL FIELDS

The classical fields have carried a continuous series of experimental crops since their foundation in 1843, and afford striking demonstrations of the effects of fertilisers.

They were begun at a time when farmyard manure was the best-known agent for maintaining the fertility of the soil under tillage conditions, though others, such as bones, were also used. Supplies were insufficient, and knowledge was needed of the sources of the food of plants and the fertiliser requirements of the common farm crops.

In order to get this knowledge, one field was assigned to each crop grown continuously and divided into a number of plots, each receiving a different manurial treatment, which was maintained unchanged from year to year. Systematic observations were made of the yields under the varying conditions, while information was also obtained as to the chemical composition of the crops. Although continuous cropping turned out to be unsatisfactory with certain crops such as oats (Geescroft Field, 1869-78), beans (Geescroft Field, 1847-59), and potatoes (Hoosfield, 1876-1901), certain of these classical fields are still maintained under their original treatments, and present an unrivalled series of demonstration plots, as well as material for much fuller investigation; they are:

Broadbalk Field	11 acres continuous wheat since 1843.
Hoosfield	5½ acres continuous barley since 1852.
Hoosfield	1 acre alternate wheat and fallow since 1851.
Barnfield	8 acres continuous mangolds since 1876. Roots since 1843.*
Park Grass	7 acres continuous grass for hay since 1856.
Agdell Field	3 acres four-course rotation since 1848.

* A break in 1853-55, when barley was grown without manure.

The outcome of this early work was the introduction of superphosphate, sulphate of ammonia, and nitrate of soda as manures ; the working out of the correct and economical use of these substances ; and the realisation that judicious artificial manuring could do much to supplement and economise farmyard manure.

The plans of the four principal classical fields showing the amounts of manure used and the average yield of their various treatments are set out in a series of diagrams on pp. 13, 14, 19, 20.

BROADBALK FIELD

The history of this famous experimental field falls into two sections. Firstly, the long period 1843–1925, when the crop was grown continuously on the same land, and recently the period since 1925, when, in order to deal with the weed problem, a system of fallowing was introduced.

Broadbalk was last manured in 1839 for turnips, followed by barley, peas, wheat, oats, without manure, and in the autumn of 1843 the first experimental crop of wheat was sown. After the first few years in which the plot treatments varied somewhat, the present scheme of manuring (see diagram, p. 13), was established in 1852, and has continued ever since. The experiment consists of seventeen long parallel strips, half an acre in area, running the length of the field, and separated by fallow pathways. Each strip (except plots 17 and 18) receives its appropriate manuring yearly for every crop grown. The general purpose was to determine over a long period of years the manurial requirements of the wheat crop ; testing farmyard manure alone, and a number of combinations of the ash constituents of crops, compounds of phosphorus, potassium, sodium, magnesium, together with several forms of nitrogen compounds. Several varieties, some of them now out of cultivation, have been used during the experiment, but since 1899 Squareheads Master, or the very similar Red Standard has been grown.

The following are some of the main points that are clearly shown in the growing crops.

1. The very low level of production on the land continuously unmanured (plot 3). This gave 17·2 bushels per acre over the first eight years, but has since very slowly declined to about 12 bushels, a yield about equal to the world average.
2. The satisfactory crops produced by farmyard manure (plot 2), or by mixtures of fertilisers supplying nitrogen, phosphate, and potash. Plots 7, 8, 13, 16, which yield about the English average.
3. The poor results given by complete minerals without nitrogen (plot 5), and the good effect of increasing applications of nitrogen (plots 6, 7, 8).
4. Nitrogen alone without minerals is not sufficient (plot 10). The yield is slightly improved by phosphate (plot 11), but more so by potash (plot 13).
5. There are no appreciable residues from sulphate of ammonia (plots 17 and 18).

BROADBALK FALLOW

By 1925 the Broadbalk wheat field had become badly infested with weeds, particularly poppies and black bent, and in the hope of reducing these it was decided to fallow the field. To maintain continuity of cropping, the field

was divided across the plots into five equal sections, so that, while a part was fallow, there would be every year some part of each plot under crop. In the first years, two sections were cropped, leaving three sections fallow. In 1931 the present arrangement was begun in which one-fifth of the field is fallowed every year. In each year, therefore, the yields of every treatment for the first, second, third and fourth years after fallow are obtained.

The following table illustrates the system of cropping and fallowing.

Section.	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950
I	2	3	4	F	1	2	3	4
II	1	2	3	4	F	1	2	3
III	3	4	F	1	2	3	4	F
IV	4	F	1	2	3	4	F	1
V	F	1	2	3	4	F	1	2

The figures 1, 2, 3, 4 denote the crops in the 1st, 2nd 3rd, 4th year after fallow.

F is the fallow section.

The cycle of five years ensures that the 1st, 2nd, 3rd, and 4th year after fallow falls in turn on each of the five sections, so that any fertility differences between the sections, in so far as these are constant from year to year, are averaged out. Although the present system was commenced in 1931, it was not till 1935 that the cycle was fully established.

The yields grouped according to the quantity of nitrogen applied are as follows :

Mean yield of grain, bushels per acre, 1936-1945 (two 5-year cycles)

N lb. per acre.	Plot No.	Years after Fallow.			
		1st	2nd	3rd	4th
0	3, 5, 17 and 18M	29.2	14.6	13.8	14.2
43	6, 9	36.2	24.0	22.0	23.4
86*	7, 13, 15, 16, 17 and 18A	38.7	30.2	29.1	29.4
86*	12, 14	34.5	30.6	28.0	27.8
86*	10, 11	28.0	29.5	24.6	23.7
129	8	39.5	35.2	32.4	32.9
180 (approx.) as F.Y.M.	2	38.8	34.1	32.2	25.2

Note : For 17 and 18, M denotes the mineral years and A the nitrogen years.

So far as yield is concerned, the effect of fallowing is by far the greatest in the first crop, though there is some indication that the second crop also shows a small benefit. The increase due to fallowing is much larger on the plots without nitrogen than on those in a higher state of fertility.

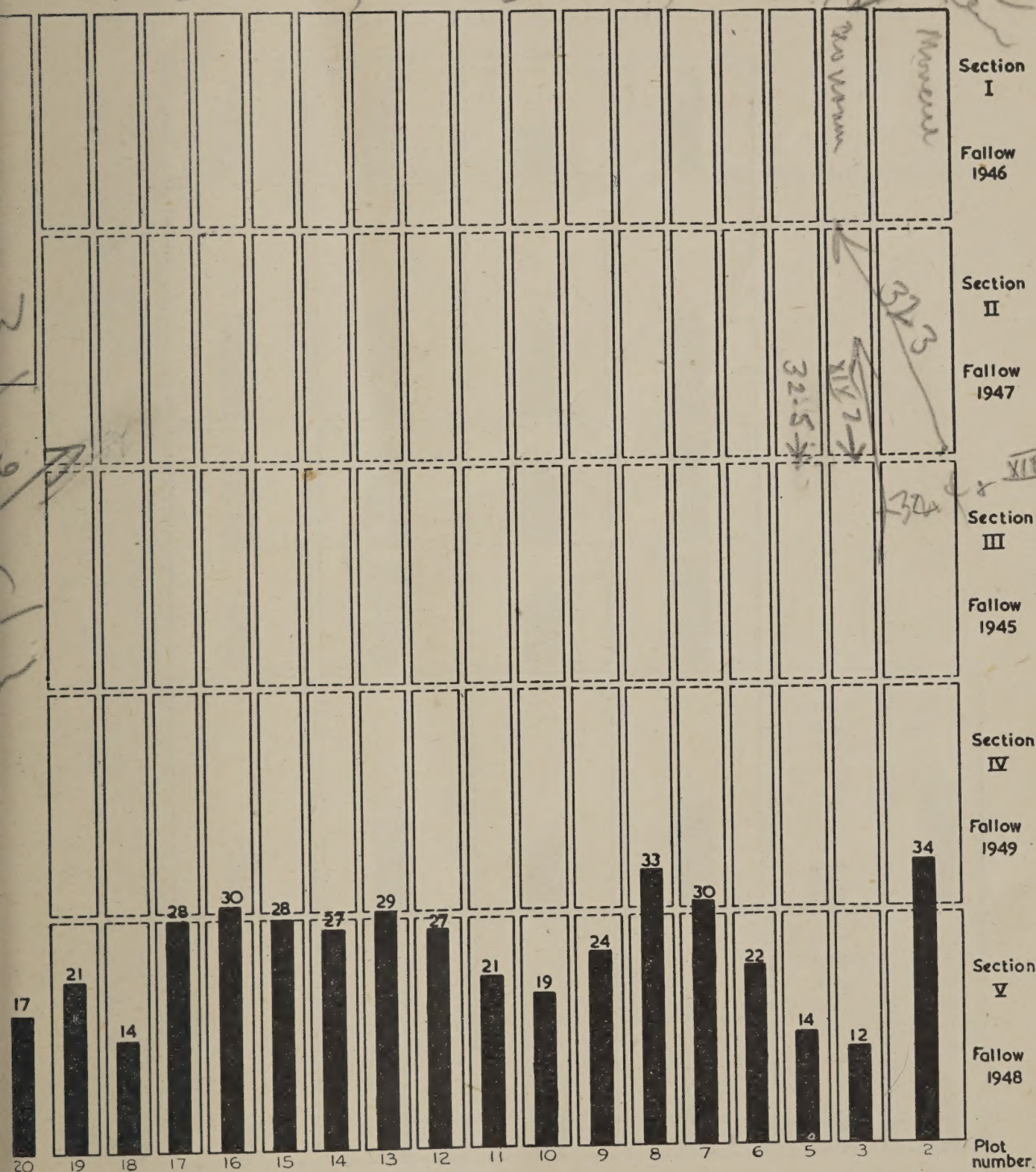
WEED STUDIES ON BROADBALK

During the period of intensive fallowing, 1925-29, estimates were made of the number of living weed seeds in the soil. Before fallowing some plots had 265 million poppy seeds and 65 million other weed seeds per acre. The effect of the fallowing differed according to species. For example, poppies

* Plot 10, no minerals ; 11, phosphate only ; 12, phosphate and sulphate of soda ; 14, phosphate and sulphate of magnesia. Other plots full minerals except 13, phosphate and potash.

BROADBALK FIELD

WHEAT SINCE 1843



Outfall for pipe drains, one for each plot.

N ₂	Rape	.	N ₂	N [*] ₂	N [†] ₃	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	N [*] ₁	N ₃	N ₂	N ₁	.	No	Dung
.	Cake	P	P	P	P	P	P	P	P	.	P	P	P	P	P	Manure	14 tons
K	.	K	K	K	.	K	.	Na	.	.	K	K	K	K	K	since	
Na	Na	.	Na	Na	Na	.	.	.	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	1839	
Mg	Mg	.	Mg	Mg	Mg	.	.	.	.	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg		

N₁, N₂, N₃ 2, 4, 6 cwt. Sulphate of ammonia per acre.

N₁^{*}, N₂^{*} 2½, 5 cwt. Nitrate of soda.

N₃[†] 4 cwt. per acre Sulphate of ammonia applied in autumn.

P 3½ cwt. Superphosphate per acre.

K 2 cwt. Sulphate of potash.

Na 1 cwt. Sulphate of soda (Plot 12, 3 cwt.)

Mg 1 cwt. Sulphate of magnesia (Plot 14, 2½ cwt.)

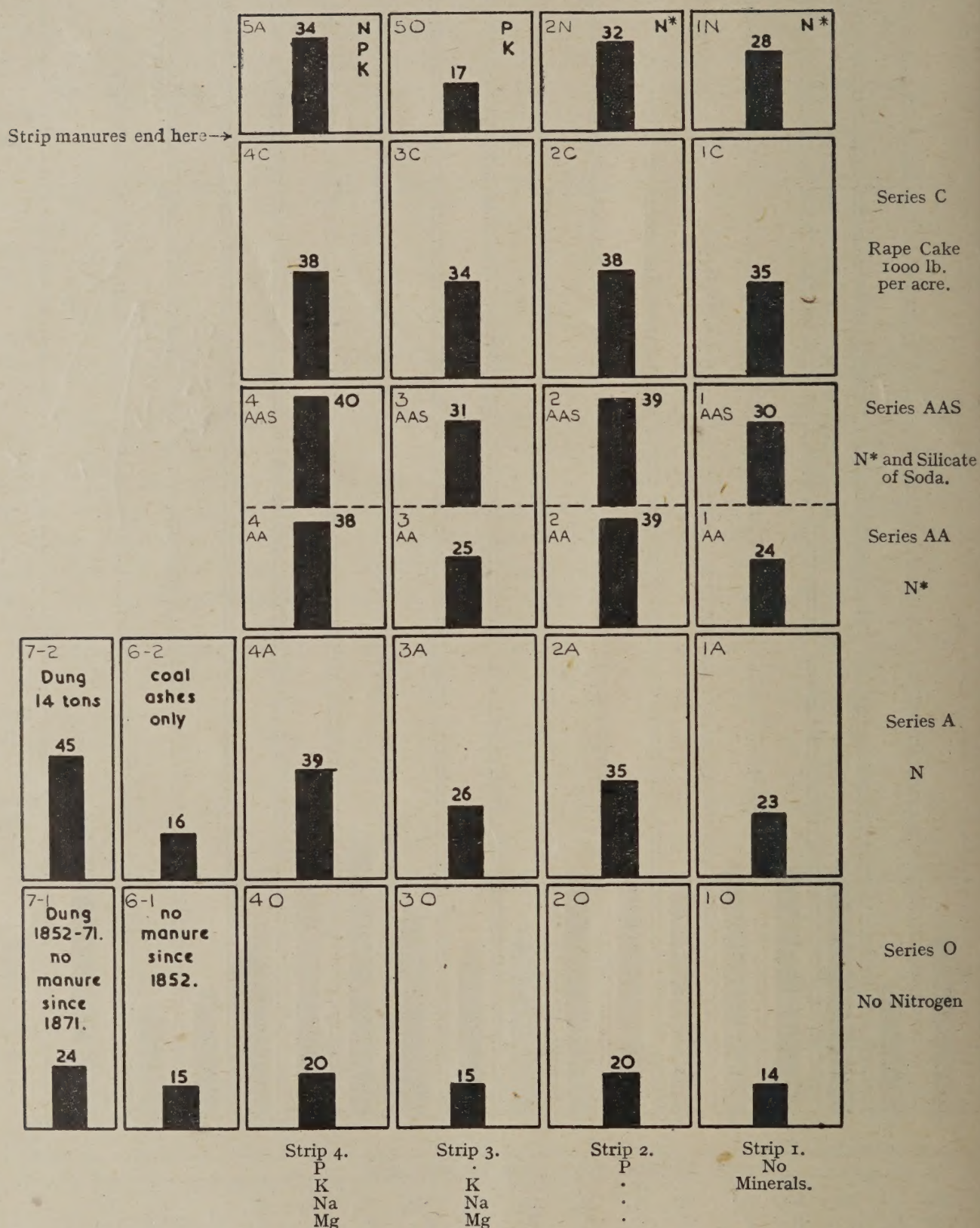
Treatments 17 and 18 alternate yearly; N₂ on 17 in even years and on 18 in odd years. Manures applied every year; quantities are in rounded numbers.

The blocks show the relative yields of the crops. The figures above the blocks are the yields of dressed grain in bushels per acre averaged over the 74 years cropping to 1925 before fallowing started.

Whole plots ½ acre.

HOOSFIELD

BARLEY SINCE 1852



These strip manures end with the C Series.

N 2 cwt. Sulphate of ammonia per acre.

P $3\frac{1}{2}$ cwt. Superphosphate.

K 2 cwt. Sulphate of potash.

N* $2\frac{1}{2}$ cwt. Nitrate of soda.

Na 1 cwt. Sulphate of soda.

Mg 1 cwt. Sulphate of magnesia.

Manures applied every year ; quantities are in *rounded* numbers.

The blocks show the relative yields of the crops. The figures above the blocks are the yields of dressed grain in bushels per acre averaged over 89 years to 1945.

Main plots $\frac{2}{11}$ acre.

ROSTED EXPERIMENTAL FARM

1947

A.G.
To
Luton.



L.M.S.
Station

To St Pancras.

Amenbury Lane

Tennis
Courts.

Rothamsted
Park

HILL

ARPENDEN

DELHARDING

Directors
House

Laboratories

Harpenden Common.

NINNINGS

Rothamsted
Cottage

Lodge

Rothamsted
Lodge

Baldwins
Paddock

Hatching
Green.

A.G.
To
St Albans.

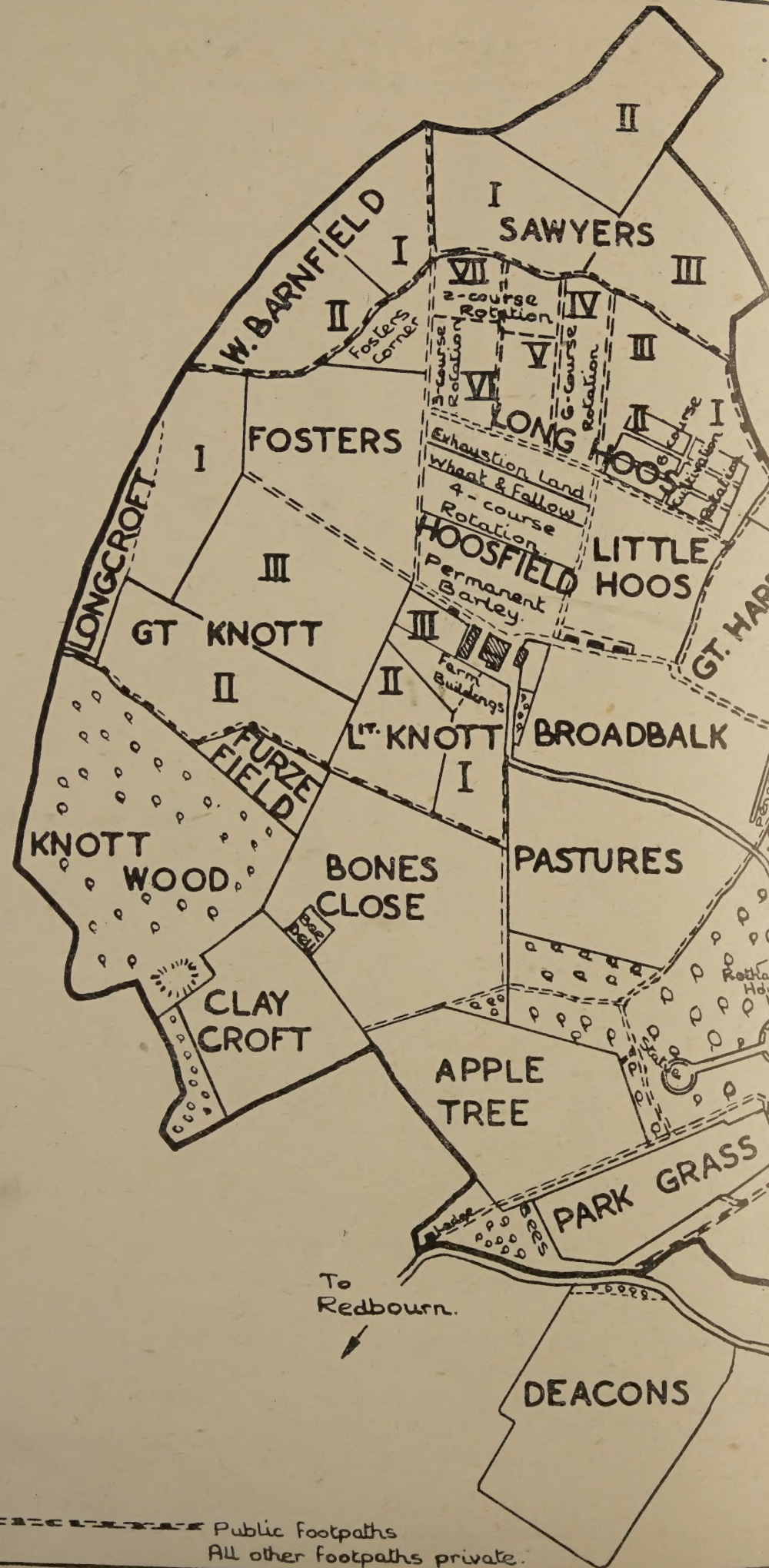
FIELD

PIECE

Scale: 6" to 1 statute mile - $\frac{1}{10560}$

Feet 500 0 0

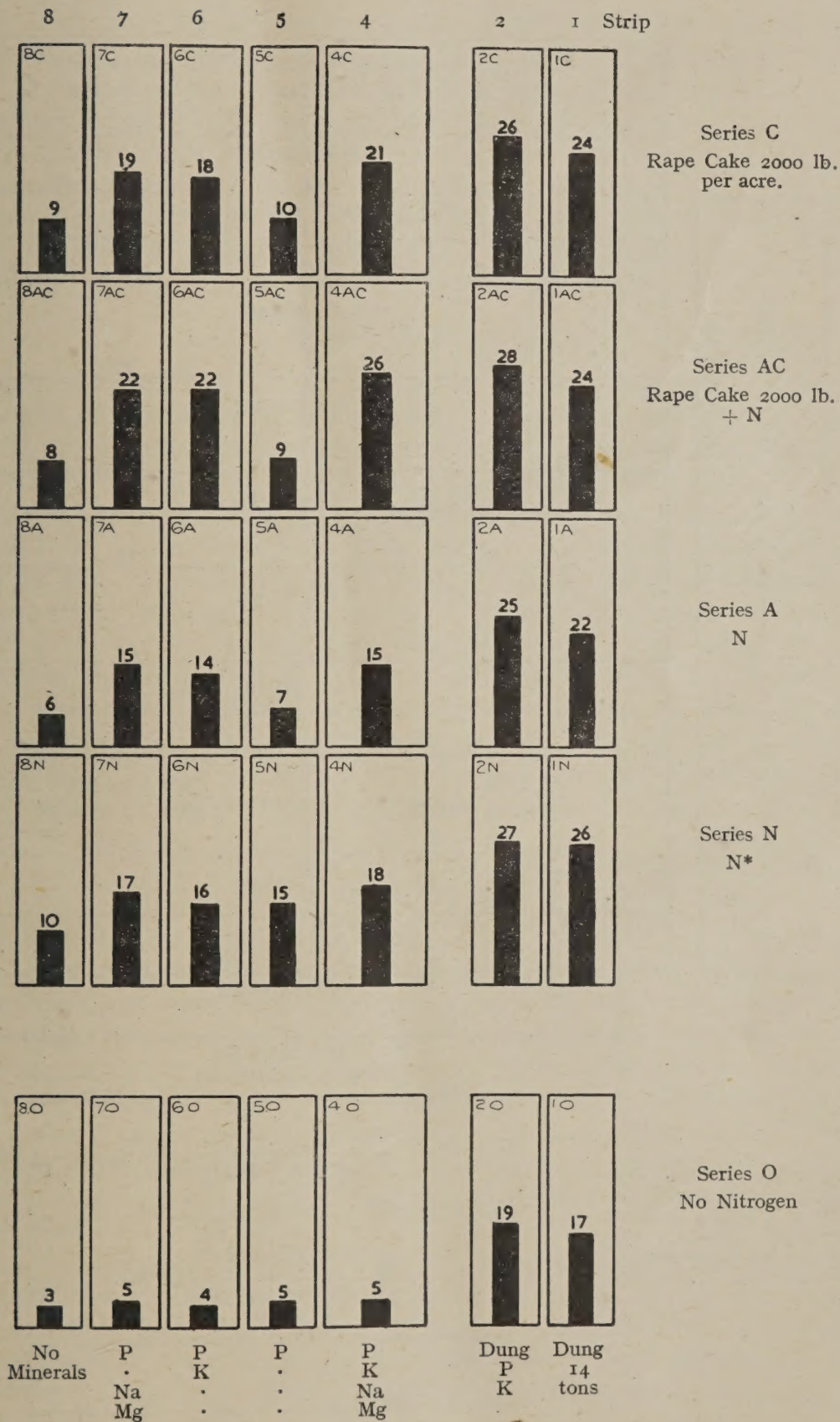
$\frac{1}{2}$ mile



Public Footpaths
All other footpaths private.

BARNFIELD

MANGOLDS SINCE 1876



N 4 cwt. Sulphate of ammonia per acre.

P 3½ cwt. Superphosphate.

K 4½ cwt. Sulphate of potash.

N* 5 cwt. Nitrate of soda.

Na 2 cwt. Sodium chloride.

Mg 2 cwt. Sulphate of magnesia.

Manures applied every year ; quantities are in *rounded* numbers.

The blocks show the relative yields of the crops. The figures above the blocks are the yield of roots in tons per acre (in rounded numbers) averaged over the period 1876-1940.

Plots ¼ to ½ acre.

PARK GRASS PLOTS

HAY EACH YEAR SINCE 1856

		LIMED (Shaded)	UNLIMED	Plot Number
Plot Number 18 ₁ 18 ₂ 18 ₃ 19 ₁ 19 ₂ 19 ₃ 20 ₁ 20 ₂ 20 ₃	As Plot 9 without P. As Plot 19 with 1½ cwt. Nitrate of soda, 2 cwt. Super. and 1 cwt. Sul. pot. in each intervening year.	(6.4) Dung (14 tons) 1905, Fish guano (6 cwt) 1907. 36	1909, 1913 etc. to 1945. 1911, 1915 etc. to 1947. 41	(4.6)
		(5.2)	NO MANURE 14	(5.2)
		(4.6) N ₃ , P, K, Na, Mg +	silic. of soda	(4.0)
		(4.4) 59	N ₃ , P, K, Na, Mg.	(4.0)
		(5.2) 56	N ₂ , P, Na, Mg.	(3.9)
		(5.1) 37	N ₂ , P, K, Na, Mg.	(4.1)
		(6.8) 52	P, Na, Mg.	(5.1)
		(6.8) 15	P, K, Na, Mg.	(5.0)
		(5.0) 33	P, K, Na, Mg. after N ₂ 1856-68	(5.0)
		(4.6) 19	P, K. after N ₂ 1856-97	(4.6)
		(5.6) 31	N ₂ P	(4.1)
		(7.1) 14	P	(5.4)
		(7.0) 12	NO MANURE	(5.3)
		(7.1) 15	NO MANURE after dung 1856-63.	(5.2)
		(6.8) 19	N ₁	(4.6)
		(6.9) 49	N ₂ *, P, K, Na, Mg.	(5.9)
		(6.6) 25	P, K, Na, Mg. after N ₂ 1858-75.	(4.9)
		(7.0) 35	N ₁ *, P, K, Na, Mg.	(5.2)
		(7.0) 24	N ₁ *	(5.8)

The shaded halves of the plots receive 2000 lb. ground lime per acre every four years; year of application 1948. Plots 18₂, 19₂, 20₂ receive a heavy dressing of lime and 18₃, 19₃, 30₃ a light dressing.

(7.0) pH of plot.

24 yield of hay, 1st cut, in cwt. per acre average 1921-40.

N₁ N₂ N₃ 2, 4, 6 cwt. Sulphate of ammonia per acre.

N₁* N₂* 2½, 5 cwt. Nitrate of soda.

P 3½ cwt. Superphosphate.

K 4½ cwt. Sulphate of potash.

Na 1 cwt. Sulphate of soda.

Mg 1 cwt. Sulphate of magnesia.

Plot 11₂ receives 3½ cwt. Silicate of Soda.

Manures applied every year unless otherwise stated; quantities are in rounded number. Most plots are ¼ acre, but the sizes range from ½ to 1½ acre.

were reduced to one half of their original numbers, while black bent was almost completely eliminated. When wheat was grown again the poppies remained at their reduced level for years, and were still further reduced by the ordinary cultivations.

Black bent rapidly reasserted itself, and within two years there were more seeds in the soil than before fallowing, and the numbers continued to increase. It was therefore decided to fallow one fifth of the field every year, and the result of the first five-year cycle was so satisfactory that this plan is still continued. Stubble weeds produce seed very rapidly, but the seeds of most species germinate freely in autumn, exceptions are knot grass and red bartsia. Ploughing as soon after harvest as possible, and later on the harrowing for wheat helps to reduce the weed infestation on this field.

BROADBALK DRAIN

In 1849, six years after the wheat experiment started, a tile drain was laid down the centre of each of the plots. The tiles were of the "horse shoe and sole" type, 2 inches in internal diameter. They were laid 2 feet below the surface, and led to a 4-inch cross main, which conveyed the water to a nearby ditch. At that time there was no intention of using the drains for experimental purposes, but in 1866 the drains were opened up at their junctions with the main, and at each of these points a small pit was dug to enable the runnings from every plot to be caught separately. The classical analyses by Dr. Voelcker were made on samples drawn in this way in 1866-68. The main was enlarged and set deeper in 1879, and in 1896 the present bricked trench was made to give easier access to the outfalls. Examination of Broadbalk drainage water provided important data on the losses of nitrate and calcium carbonate from plots receiving different manurial treatments, and showed that phosphate and potash were, for all practical purposes, completely retained in this soil.

BROADBALK WILDERNESS

At the harvest of 1882 an acre strip of the standing crop was enclosed by a fence at the end of the Broadbalk Field nearest the farm buildings. No subsequent cultivations were done in this area, and the wheat was left to compete with the weeds. Four years later a few stunted plants were found and were barely recognisable as cultivated wheat. Since then the weeds have completely taken possession. One end of the area has been left entirely untouched, and now carries a dense growth of bushes and young trees. The leading species are hawthorn, oak, ash and sycamore; the ground space being covered with ivy in the densest shade, and with dog's-mercury, violet and blackberry in the lighter places.

The remaining half is cleared of bushes periodically to allow the open ground vegetation to develop. This consists of coarse grasses, hogweed, agrimony, willow-herb, nettles, meadow pea, and wild chervil, but many other species are present in smaller quantity. The bushes which appear are hawthorn, dog-rose, wild plum, blackberry. Maple and oak are less common.

HOOSFIELD

Experiments on continuous barley began on Hoosfield in 1856. Instead of long strips as used on Broadbalk, a cross-dressing system was adopted. The mineral manures in various combinations were laid along strips, and these were crossed at right-angles by strips carrying various nitrogenous

manures (see diagram p. 14). Effects very similar to those obtained in wheat on Broadbalk can be seen in the barley crops on Hoosfield.

1. Complete starvation since 1856 results in very poor yields. (Plots 1-0, 6-1.)
2. Complete manuring with dung (plot 7-2), or with fertilisers (4A, 4AA) gives satisfactory yields.
3. Nitrogen starvation in presence of minerals is well shown. (Plot 4-0.)
4. Nitrogen in the absence of minerals gives a fair crop. (Plots 1A, 1AA.)
5. In contrast to the wheat results, phosphate has a considerable effect on barley, both in yield and earliness to harvest; this may be seen by comparing Strip 1 with Strip 2, and Strip 3 with Strip 4.

Hoosfield has serious weed problems, but it has not been necessary to introduce a regular fallowing system. One of the most troublesome weeds is wild oat. The species is chiefly *Avena fatua*, which also occurs to some extent on Broadbalk. Recently another species, *Avena ludoviciana*, has been introduced on Broadbalk, and is spreading rapidly. These weeds are being studied to find out some method of controlling them in the field.

BARNFIELD

Experiments on root crops have been conducted on Barnfield since 1843. Until 1870 turnips were grown with a break of three years, 1853-55, when the crop was barley. Five years of sugar beet followed, and in 1876 the field was established under mangolds, variety Yellow Globe, in practically its present form. The leaves of the crops are spread and ploughed in on their respective plots. Since 1946 four rows of sugar beet have been drilled on every plot in order to compare the growth of mangolds and sugar beet under a wide range of fertiliser treatments. The chief points which are readily observed by inspection of the plots are (see diagram, p. 19):

1. The big response to the nitrogen compounds tested. (Series O v. Series N, etc.).
2. Even where dung is used, an addition of quick-acting nitrogen gives further increases. (Plots 1-0 v. 1N, 2-0 v. 2N.)
3. The value of potash, especially in the absence of dung, and when sulphate of ammonia is the source of nitrogen. (Plots 5A v. 6A.)
4. The value of salt, which has yielded as well as potash over a long period. (Strip 7 v. Strip 6.) Strip 7 has received sulphate of magnesia and salt yearly since 1903, but the magnesia probably has little effect on the result.
5. Over a series of years a complete fertiliser mixture gives as good a result as dung alone. (Plots 4N v. 1-0.) The best result is obtained by dung and artificials in combination. (Plot 2N).

PARK GRASS

The site chosen for this experiment was an area that had been in grass for as long as records were available, certainly for several centuries. At the outset it carried a uniform herbage. In 1856 the land was divided into a number of plots, and the first experimental manures were applied. These manures were repeated year by year on their respective plots, and the produce was cut for hay. Until 1874 the aftermath was grazed by sheep, but since then

a second cut of hay has been taken in late summer, and no stock whatever has been admitted.

In 1903 most of the plots were divided, and the southern halves were limed once in every fourth year (see diagram, p. 20).

Complete botanical analyses of the hay into individual species were made at five-year intervals from 1862 to 1877, since when further complete analyses or partial separations into grasses, leguminous and miscellaneous plants have been made on some plots nearly every year, with a full analysis of every plot in 1914 and 1919, limed and unlimed areas being treated separately.

The general results of this experiment may be summed up as follows :

1. Manures have a great effect on the yield and quality of hay. In general heavy manuring, while maintaining the yield at a much higher level, tends to reduce the number of species. (Cf. plots 3 and 9.)
2. Nitrogenous manures cause growth to begin earlier in the season, and increase the growth of the grass at the expense of the clovers.
3. If used continuously on soils poor in lime, sulphate of ammonia makes the soil acid. Liming reduces the acidity. (Cf. pH values of plots 9, 11-1, 11-2, unlimed and limed ends.) Nitrate of soda does not make the soil acid, and consequently liming has little effect on the nitrate plots. (Plots 16, 14, limed and unlimed ends.)
4. Mineral fertilisers without nitrogen increase the proportion of leguminous plants in the herbage. (Plot 7.) Potash is an important constituent of the mineral mixture. (Plot 8.) The quantity of leguminous plants on these plots varies greatly from year to year.

HOOSFIELD. WHEAT AFTER FALLOW

Two half-acre plots alongside the four-course rotation have never been manured since 1851. Each year one strip is fallowed and the other carries a crop of wheat, the treatments alternating. Starting in 1932, each of the two original strips was divided into four sections. When a strip is cropped, only three out of the four sections are planted, so that one section still remains fallow in the year when the remainder of its strip is under wheat. Accordingly, this one section will receive three years fallow before it returns to wheat. Each quarter receives its extra fallow period in turn, so that every year a comparison of the effect of a one-year fallow and of a three-years' fallow is possible.

The average yields from 1934 to 1946 under this system were :

After one year fallow, 18 bushels per acre.

After three years fallow, 20 bushels per acre.

The yield over the long period of wheat after fallow from 1856 to 1931 averaged 14.2 bushels per acre. The completely unmanured plot on Broadbalk has given on the average 12 bushels of grain per acre over practically the same period (1856-1925), during which it grew wheat continuously.

AGDELL FIELD

The experiment on Agdell Field began in 1848, comparing two four-course rotations :

Turnips, barley, bare fallow, wheat.

Turnips, barley, clover (or beans), wheat.

The two rotations were grown side by side, but in contrast with the modern

rotation experiments, only one crop of each rotation was grown each year. Three manurial treatments were tested on each rotation, all the manure being applied to the turnip crop, and nothing to any of the others. The manuring is (1) Nil; (2) Complete mineral manure (without nitrogen) P, K, Na, Mg; (3) Minerals, plus 140 lb. N as rape cake and sulphate of ammonia. In recent years the plots receiving sulphate of ammonia have begun to show unsatisfactory crops, particularly turnips, which suffer badly from finger-and-toe disease. Consequently, although yields are still measured, the best view of the experiment is obtained by confining attention to the period before these disturbances became serious. The yields for 1848-1919 were:

	No Manure		P, K, Na, Mg		P, K, Na, Mg + N	
	Fallow Rotation	Clover Rotation	Fallow Rotation	Clover Rotation	Fallow Rotation	Clover Rotation
Swedes, tons	1.7	0.6	8.8	9.6	18.0	15.9
Barley, bushels	23.3	21.9	24.4	24.4	33.4	37.5
Beans, bushels	—	13.1	—	18.2	—	22.3
Clover hay, cwt.	—	30.7	—	58.6	—	60.2
Wheat, bushels	24.6	22.7	29.0	31.4	30.1	31.6

The experiment brings out the following points:

1. Cereals and legumes do very much better than swedes on starved land.
2. Swedes respond well to minerals, and give a further large response to nitrogen.
3. Barley shows a good response to nitrogen (rape cake) applied to the previous root crop.
4. Beans, and particularly clover, give big responses to minerals, but little for nitrogenous residues.
5. Wheat responds to the residues of minerals, but nitrogen applied four years previously has no further effect.
6. Apart from the extra leguminous produce, the two rotations give very similar yields on all crops.

PRINCIPLES UNDERLYING THE MODERN EXPERIMENTS

The classical experiments described above are very simple in design: there is one plot for each of the manurial treatments under comparison, the plots are rather large ($\frac{1}{8}$ – $\frac{1}{2}$ acre), and in most cases the same crops and treatments are continued year after year on the same land.

The modern experiments are set out on a more complicated plan, which was adopted to reduce and estimate the effects of soil and other irregularities. Within a comparatively small area the fertility of the soil may show wide variations, and the fertility of various parts of a field may differ for different crops and in different seasons. In consequence of this it is always doubtful when only a single plot is devoted to each experimental treatment, whether the difference between any two plots is due to the difference in their treatment or to the inherent variation in soil fertility or other accidental causes. Continuing the experiment with the same crop and treatments on the same plots over a period of years as in the classical experiments, does not resolve this difficulty.

Instead of using only a single plot for each treatment, the treatments are replicated, that is to say, each treatment is applied to a number of plots distributed over the experimental area. In this way the variation of soil fertility

over the whole field is sampled, and the average fertility of the areas devoted to each treatment is to some extent equalised. At the same time, the variation between the replicates of each treatment provides a measure of the magnitude of the variation due to soil heterogeneity and accidental causes. This is expressed quantitatively in terms of standard errors, and by comparing the difference between the average yields for each treatment with their standard errors it is possible to assess the reliability of the results. Thus replication not only reduces the errors due to soil heterogeneity, but also enables the size of the errors to be measured.

In one type of arrangement, called randomised blocks, the whole experimental area is divided up into as many sections as there are replications, and each treatment is applied to one plot of every block. In this way the treatments are compared within the comparatively small area of a block, over which the soil variation is likely to be small, and the variation in fertility between blocks is eliminated from the experiment with a consequent gain in accuracy. The arrangement of the treatments within the blocks is completely at random. This is necessary in order to ensure both that all treatment comparisons are subjected to errors of the same magnitude, and also that the statistical estimate of the error is valid.

Another type of arrangement is the Latin square. In this the plots are in square formation, each treatment occurring on one plot in each row, and on one in each column of the square. Variations in fertility can be eliminated both between rows and between columns, so that the Latin square arrangement is usually more accurate than one in randomised blocks. It is limited, however, by the fact that the number of replications must equal the number of treatments, so that experiments involving more than about six treatments are usually planned as randomised blocks. The particular Latin square used is selected at random from all the possible arrangements.

Many of the modern experiments employ a factorial design, in which all combinations of a number of groups of treatments are included. For example, if the effects of nitrogen and phosphate on a crop require to be tested, instead of carrying out a separate experiment on each fertiliser, the two are combined in one experiment. The treatments consist of the four combinations, O, N, P and N + P. The effect of nitrogen is obtained from the difference of the yield of the O and P plots, which receive no nitrogen, and the N and N + P plots, which receive nitrogen. Similarly, the effect of phosphate is obtained from the difference of the yield of the O and N plots and the P and N + P plots. In this way the average effect of each fertiliser is determined with the same accuracy as it would be in two experiments each containing the same number of plots in which the fertilisers are tested separately, so that there is a considerable economy of resources. There is a further advantage, for it is possible to determine whether the effect of one fertiliser is influenced by the presence or absence of the other, and the results are consequently of wider application. Such an interrelation of treatments is called an interaction. The problem of "balance" in fertiliser mixtures is fundamentally a question of the interactions between the components of the mixture.

The above simple forms have been greatly elaborated to meet the need for experiments involving large numbers of factorial treatments, and experiments on crops grown in rotation. The present day annual experiments are mostly the first type. The long period experiments are described in the next section. For further information on experimental design, see :

1. R. A. Fisher. *The Design of Experiments*. 3rd edition, 1942.
2. F. Yates. *The Design and Analysis of Factorial Experiments*. Imperial Bureau Soil Science Technical Communication, No. 35, 1937.

FOUR-COURSE ROTATION, HOOSFIELD

This experiment, which adjoins the Hoosfield permanent barley plots, was started in 1930 to measure the residual effects of:

1. Three bulky organic manures made from straw: dung, straw compost, raw straw ploughed in.
2. Two phosphatic fertilisers: superphosphate, rock phosphate.

The residuals are measured in a rotation of crops over a five-year period. There are four sections, each of 25 plots. Each section carries a different crop of the rotation: potatoes, barley, rye-grass, wheat, so that in any one year the whole rotation is on view. The arrangement of the treatments may be seen from the following example. One of the sections contains 25 plots of potatoes, i.e., 5 plots for each of the 5 manures under test. If we confine attention to those 5 plots testing the residuals of dung we find: One plot had its dung applied directly for this potato crop, and therefore shows the first-year effect of dung. A second plot had its dung when the crop was wheat in the year before the potatoes; a third was dunged for rye-grass two years before the potato crop; a fourth for barley three years before; and the last for potatoes four years before. These five treatments measure on potatoes all the stages of exhaustion of a single dose of farmyard manure over a five-year period. The other manures are similarly tested in each of the four crops. The amounts of manures and artificials are strictly according to analysis, to the following standard: Dung and compost to give $2\frac{1}{2}$ tons organic matter per acre. Straw equal to that required to make the compost. All plots equalised using sulphate of ammonia, superphosphate and muriate of potash as required to give 1.8 cwt. N, 1.2 cwt. P_2O_5 , 3 cwt. K_2O per acre, including the nutrients present in the organic manures. In practice this leads to the following average amounts of manures every fifth year.

Treatment	Tons per acre.			Cwt. per acre.			
	Dung	Compost	Straw	Super-phosphate	Rock phosphate	Sul./amm.	Mur./pot.
Dung	12	—	—	2.9	—	1.2	1.6
Compost	—	16	—	1.3	—	2.1	4.0
Straw	—	—	7	5.2	—	5.3	2.3
Superphosphate	—	—	—	7.0	—	1.8*	1.0*
Rock Phosphate	—	—	—	—	4.5	1.8*	1.0*

All three organics behave in a similar way. The biggest yield is produced in the year of application. There is a very pronounced fall in the second year but a much slower decline in the subsequent years.

For all three organics taken over all four crops the relative yields are approximately as follows:

1st Year	(Year of application)	163
2nd Year	(Residual)	119
3rd Year	(Residual)	111
4th Year	(Residual)	105
5th Year	(Last residual year)	100

Under the system adopted straw ploughed in with fertilisers has done as well as dung, but compost not quite so well.

Rock phosphate is ineffective on this soil, which contains chalk, but superphosphate works well on potatoes and barley, especially in the year of application, but appreciably also in the residual years.

* The sulphate of ammonia and muriate of potash are given at these rates every year. All other materials are given only every fifth year.

SIX-COURSE ROTATIONS

ROTHAMSTED LONG HOOS IV
WOBURN STACKYARD FIELD

Six-course rotation experiments at Rothamsted and at Woburn were started in 1930 to test a scale of dressings of each of the common fertilisers over a series of seasons. The design, varieties of crops, and rates of manurial dressing are the same at both stations.

Six blocks are employed, one for each crop of the rotation: Sugar beet, barley, clover, wheat, potatoes, rye. Each block has 15 plots, 5 for the nitrogen scale, 5 for phosphate, 5 for potash.

Three scales of dressings are tested:

Nitrogen (unit dressing 0.15 cwt.

N) as sulphate of ammonia .. 0 $\frac{3}{4}$ $1\frac{1}{2}$ $2\frac{1}{4}$ 3 cwt./acre

Phosphate (unit dressing 0.15

cwt. P_2O_5) as superphosphate 0 $\frac{3}{4}$ $1\frac{1}{2}$ $2\frac{1}{4}$ 3 cwt./acre

Potash (unit dressing 0.25 cwt.

K_2O) as muriate of potash .. 0 $\frac{1}{2}$ 1 $1\frac{1}{2}$ 2 cwt./acre (approx.)

Every plot in the nitrogen series has phosphate and potash at their middle levels, and similarly for the other series. The manurial treatments rotate on their plots in such a way that the controls are not permanently exhausted, nor the treated plots continually built up.

Considering the results as a whole they show that on both farms nitrogen acts well on all crops except clover; phosphate has only a slight effect on any crop. Potash gives a big response on potatoes at Rothamsted, and a slight response on clover and sugar beet at Woburn. The seasonal effects will be examined when sufficient data are available.

THREE-COURSE ROTATION, LONG HOOS VI

This experiment was started in 1933 to compare straw compost against raw straw ploughed in with fertilisers. It has three sections each of 24 plots. The three crops of the rotation, potatoes, barley, sugar beet, rotate on each section and every crop is on view every year.

The plots receive their dressings every other year, so that direct effects of the manures are measured in the first year, and residual effects the year after.

Straw is applied at 53 cwt. per acre, and the dressing of compost is that produced by rotting 53 cwt. of straw in the heap. All plots receive sulphate of ammonia, superphosphate and muriate of potash to provide 0.4 cwt. N, 0.4 cwt. P_2O_5 , and 0.5 cwt. K_2O per acre, allowing for the chemicals used in the compost heap but *not* for the nutrients contained in the straw itself.

The treatments and average rates of dressing are:

	Straw tons	Compost tons	Sul./amm. cwt.	Super cwt.	Mur./pot. cwt.
No organic manure	—	—	2.0	2.2	0.8
Straw, ploughed in in autumn, artificials	—	—	2.0	2.2	0.8
in spring	$2\frac{1}{2}$	—	2.0	2.2	0.8
Straw, in autumn, arti- ficials half in autumn	—	—	2.0*	2.2	0.8
half in spring ..	$2\frac{1}{2}$	—	—	—	0.8
Compost in autumn	—	5	—	—	0.8

* For sugar beet the half dressing applied in spring is 1.3 cwt. N/S.

In addition to the above dressings the potatoes receive a basal dressing of 2 cwt. S/A, 2.2 cwt. Super, and 0.8 cwt. M./Pot.; the sugar beet 1.3 cwt. N/S, 1.1 cwt. Super, and 0.4 cwt. M./Pot.

So far the effect of giving straw in addition to the standard artificials has not been very striking in the first year. The best result has been an increase of 10 cwt. potatoes per acre for straw which receives all its fertilisers in spring. Compost has been much less effective than equivalent straw.

In the residual year the plots having only fertilisers fall much below their first years' effects, organics keep up somewhat better in their second year, particularly on potatoes, where they give about a ton more than the residues of fertilisers.

TWO-COURSE ROTATION, LONG HOOS V AND VII

This experiment was begun in 1942 to test the cumulative effects of dressings of agricultural salt on tilth and yield. The plots are in two series; in any year one carries sugar beet and the other barley. The crops alternate, giving a two-course rotation.

The salt dressings are at the rate of 0, 2½, 5, 7½ cwt. salt per acre for sugar beet, and some of the plots receiving salt have salt at half the above rates to barley in the following year.

The method of applying salt is also on test on both crops, ploughing in in autumn being compared with spring broadcasting.

In addition, muriate of potash is tested at the rate of approximately 1½ and 3 cwt. per acre on sugar beet only.

The first years of this experiment show that salt without potash is more effective on sugar beet than equivalent muriate of potash without salt. The effect of salt on barley has so far been negligible.

DEEP CULTIVATION EXPERIMENT, LONG HOOS I AND II

This six-course rotation experiment was started in 1944. It tests the effect of deep (12 inches) ploughing against shallow (6 inches) ploughing, in addition to dung and certain fertiliser treatments.

There are six series, each carrying one of the crops of the following rotation:

Crop.	Depth of ploughing in inches.	Manures tested factorially.		
		Dung.	Super.	M./pot.
1. Sugar Beet	12 v. 6	10 tons	3 cwt.	1 cwt.
2. Barley	6		Nil	
3. Seeds	Nil		Nil	
4. Wheat	12 v. 6		Nil	
5. Potatoes	12 v. 6	20 tons	4 cwt.	2 cwt.
6. Oats	6		Nil	

Where dung is given it is ploughed in at the prescribed depths. Phosphate and potash are compared on half plots in two methods of application, namely: ploughed in, or broadcast after ploughing.

Basal dressings of sulphate of ammonia are applied to all crops except seeds.

EXPERIMENT ON THE RESIDUAL MANURIAL VALUE OF CAKE FED TO GRAZING CATTLE, HIGH FIELD

This experiment has been carried out for the Royal Agricultural Society of England since 1937. It was designed to see how the residual manurial value

of cake fed to animals on pasture compares with an amount of fertiliser providing one half of the nitrogen and three-quarters of the phosphate and potash contained in the food, this being the conventional estimate used in Tenant Right valuations.

The field is divided into nine plots, each of about five acres, grouped in three blocks. One plot of each block receives cake every third year, another plot receives fertiliser in the spring following the cake-feeding in the same block, and the third receives no cake-feeding or fertiliser. The treatments are so arranged that there is one plot receiving cake-feeding and another the equivalent artificials in each year.

All the plots are grazed by cattle and sheep, excepting the plot receiving cake-feeding, which carries cattle only; the animals are weighed fortnightly.

Both fertilisers and cake-feeding have given increases in yield estimated as starch equivalent equal to about 10 per cent of the control. There is no substantial difference between the returns from cake and from fertiliser, indicating that the existing compensation tables are reasonably correct.

It has been suggested that cake-feeding, unlike the equivalent fertiliser, might lead to a building up of fertility over a period of years, but the results give no certain indication of a long-period effect of this kind.

Since 1945 the experiment has also been used to test methods of estimating the amount of grass consumed by grazing animals. Two grass-cutting techniques have been employed, one based on the difference between the yield of a caged area and of a corresponding area subject to grazing; the other measuring the rate of growth of trimmed grass. The results so far have been encouraging, and the work is being continued.

FIELD ACTIVITIES OF THE SCIENTIFIC DEPARTMENTS

The Chemical Department and the Physics Department are directly involved in field experiments on fertilisers and cultivations respectively. The work of the Botanical Department on the herbage of meadow land and the weed infestation of arable land has already been mentioned. The following notes refer to the work of other Departments.

PLANT PATHOLOGY

Spread of virus diseases in potatoes

Two aphid-transmitted virus diseases of the potato are being studied, leaf roll and rugose mosaic. Field experiments test the time at which transmission takes place, the numbers of new infections occurring at various distances from a diseased plant. Other points on test are the effects of early and late planting and fertiliser treatments, and the effect of roguing diseased plants on the health of seed tubers saved from the crop.

Eyespot of Wheat

Eyespot of wheat caused by the fungus *Cercospora herpotrichoides* reduces yield of grain and causes "straggling" in light crops and lodging in heavy crops. Annual surveys of eyespot incidence are made on the wheat plots in the classical and modern field experiments, to study the effect of crop rotation, manurial and other treatments on the disease. Among the treatments tested in detail are varieties, spraying with sulphuric acid in early spring, lowering the seed rate, and applying nitrogenous top dressings.

ENTOMOLOGY

Members of this department have been carrying out field work on earthworms for several years.

1. *Population Studies*

The changes in earthworm populations are being studied on four fields, Parklands and Great Field III, which have been in permanent grass for more than 70 years; New Zealand, a young ley after two years arable and Stackyard, second year arable after twenty years grass. The populations on the permanent grass fields will probably be fairly stable, but seem to be increasing on the new ley, and decreasing on the new arable.

2. *Wormcast Studies*

About 25 tons of soil per acre per annum is thrown on to the surface of Parklands in the form of wormcasts. For Great Field III and Pastures the figures are 11 and $2\frac{1}{2}$ tons respectively. The high production of wormcasts on Parklands and Great Field III has caused the stones (above 2 mm. in diam.) to sink down to a depth of 4-5 inches in the soil and has also brought about a gradient, decreasing from the surface to 5-6 inches, in the coarse sand fraction.

GALL MIDGES

Intensive insect population studies have been conducted for the past twenty years on two species of gall midges affecting wheat. The material is derived from the Broadbalk Field.

BEE DEPARTMENT

The Bee Department maintains four permanent experimental apiaries on the farm:

1. *The Home Apiary, Great Field.* In this apiary about forty colonies of bees are maintained for the provision of bees, brood, etc., for various experiments. Most of the queen bees required by the Department are reared, and the breeder queens kept here. Scale hives have been in continuous operation for almost twenty years.
2. *The Redbourn Road Apiary.* This contains about thirty colonies of bees, which are used chiefly for honey production and similar experiments.
3. *The Queen Mating Apiary.* This apiary is in a deep disused chalk pit near Knott Wood. The site is well isolated, and very satisfactory matings have been obtained.
4. *New Zealand Apiary.* This apiary is in New Zealand Field, and is used for experiments on brood diseases.

The field work includes the study of the behaviour of bees and other flower-visiting insects in relation to the pollination of fruit and seed crops.

THE WOBURN EXPERIMENTAL STATION

The Experimental Farm, of 138 acres, is situated at Husborne Crawley, about three miles north of Woburn, Bedfordshire. The experiments began in 1876 under the auspices of the Royal Agricultural Society of England, and were conducted by the consulting chemists of the Society, Dr. A. Voelcker till

1884, and then his son, Dr. J. A. Voelcker. Since 1926 the Station has been under the management of the Lawes Agricultural Trust, with Dr. H. H. Mann as assistant director. The equipment includes a chemical laboratory and a pot culture station.

The soil is mostly a light sandy loam, deficient in lime, derived from the Lower Greensand formation. There are some heavier fields of Oxford clay, but so far these have not come under experiment. Stackyard Field, where the main experiments are situated, is detached from the farm, and lies on the west side of the road a mile nearer Woburn.

For fifty years permanent experiments on continuous wheat and continuous barley were carried out on Stackyard Field, and also a series of rotation plots testing the manurial residues of cake against those of corn when fed to livestock.

In recent years several long period rotation experiments of modern design have been started, and are still being continued. These are briefly described below.

GREEN MANURING EXPERIMENT. WOBURN, STACKYARD FIELD

This experiment was begun in 1936 to test the effects of four green manuring crops and of bare fallow on two test crops, autumn cabbage followed by barley. The rotation is assigned to two blocks of 40 plots each.

First year : Clover, rye-grass, lupins, rape, followed by autumn cabbage.

Second year : Barley, undersown with clover and rye-grass.

The following manurial treatments are applied to cabbage in their eight combinations : 10 tons dung, $1\frac{1}{2}$ tons straw, 2 cwt. or 4 cwt. sulphate of ammonia, which when taken with the five green manures give rise to 40 different treatment combinations. On certain plots the green manure crops and the following barley crops receive dressings of sulphate of ammonia.

LEY AND ARABLE ROTATION EXPERIMENT, WOBURN. STACKYARD FIELD, SERIES D

This rotation experiment was started in 1938. It tests the value of a three-year ley, three years lucerne, and an arable rotation with one year ley, in comparison with a purely arable rotation as means of building up fertility.

The rotations are :

1. Three-year ley (for grazing), potatoes, barley.
2. Three years lucerne (for hay), potatoes, barley.
3. Potatoes, wheat, one-year ley, potatoes, barley.
4. Potatoes, wheat, sugar beet, potatoes, barley.

There are thus three years of preparation, followed by two test crops.

The experiment requires 5 blocks of 8 plots. In any one block 4 plots carry each of the above four rotations continuously to study cumulative effects ; the remaining four plots have the ley and arable rotations alternately to provide comparisons at a steadier level of fertility. One block of this kind was set up each year so that after five years every stage of every rotation is represented. The only manurial comparison is a test of 15 tons of dung on the indicator crop of potatoes ; this is applied on half plots. Basal dressings of fertilisers are given at appropriate stages in the rotations, these dressings provide equal amounts of phosphate and potash for every rotation (6 cwt. superphosphate and 3 cwt. muriate of potash over five years), but not equal amounts of nitrogen.

Preliminary results show that potatoes were much better after three years' ley or lucerne than after one-year ley or arable crops only.

WOBURN MARKET GARDEN EXPERIMENT, LANSOME FIELD

The experiment was begun in 1942 to study the effects of repeated heavy dressings of bulky organic manures in building up a soil under market garden conditions.

The rotation followed and the manures on test are :

		Organics, tons per acre			Sulphate of ammonia, cwt. per acre			
1st Year	Peas	0	15	30	0	1	2	3
	Leeks		Nil		0	2	4	6
2nd Year	Beet	0	15	30	0	1	2	3
	Cabbage		Nil		0	2	4	6

The crops rotate on two series, one carries peas followed by leeks, while the other has beet followed by winter cabbage. The organic manures dung, sewage sludge, sludge compost, and vegetable compost are repeated on their respective plots once a year, as shown above.

CONFÉDÉRATION NATIONALE
DE LA PRODUCTION AGRICOLE ET FORESTIÈRE
DANS LES TERRITOIRES D'OUTRE-MER

110, rue de l'Université — PARIS (7^e)

COMMISSION DES SOLS

LES SOLS DES RÉGIONS TROPICALES DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

leur nature, leur conservation
leur prospection, leur étude

par **Georges AUBERT**

Chef de travaux de Pédologie
au Centre National de Recherches agronomiques
Professeur de Pédologie coloniale
à l'Ecole supérieure d'Application d'Agriculture tropicale
Membre de la Commission

LES SOLS DES RÉGIONS TROPICALES DE LA FRANCE D'OUTRE-MER⁽¹⁾

Leur nature, leur conservation, leur prospection, leur étude

FORMATION DU SOL

Le sol se forme par l'action sur les roches des agents atmosphériques : gel, variations de température, eaux de pluie, vent, et des végétaux qui y ont pris naissance : action mécanique et dissolvante des racines, ou de leurs débris en voie de décomposition : acides humiques, etc. Les caractères d'un sol dépendent à la fois de ceux du climat sous lequel il s'est formé, de la nature de sa roche-mère, du type de végétation qui s'y est développée et a pu, en même temps, contribuer à sa genèse, et de sa position topographique. Cette dernière règle, en effet, l'action de l'érosion qui, enlevant les horizons supérieurs du sol — parfois le détruisant totalement — en modifie considérablement l'évolution. Parfois, elle rajeunit le sol, du point de vue minéralogique, et peut être profitable à l'agriculture; en général, trop violente, elle le ruine. Enfin, l'homme constitue aussi un important facteur d'évolution du sol : il peut le modifier par ses pratiques culturales ou d'aménagement forestier.

DÉCOMPOSITION DES ROCHES DANS LES RÉGIONS TEMPÉRÉES ET LES RÉGIONS TROPICALES

Dans les régions tempérées comme dans les régions tropicales, sèches ou humides, toutes les roches subissent la désagrégation par les processus physiques. En régions suffisamment humides, les minéraux des roches sont altérés, décomposés. En régions sèches, cette altération est très lente.

Dans les régions tempérées, certains minéraux résistent à cette attaque : quartz surtout, magnétite, ilménite, etc. Les autres minéraux comme les micas ou les feldspaths sont décomposés par hydrolyse en éléments plus simples, tels que les minéraux argileux; l'altération est dite de type siallitique : le noyau argileux, aussi appelé « noyau kaolinique », n'est pas scindé; la silice n'est pas dissoute. Au contraire, dans les régions tropicales, les eaux de pluie plus abondantes et plus chaudes ont une action beaucoup plus forte sur les minéraux; leur pouvoir d'hydrolyse est très élevé. Elles peuvent décomposer les alumino-silicates tels que les argiles et tous les silicates en les scindant en hydrates d'alumine et de fer qui sont ainsi individualisés et restent sur place, et en silice qui est entraînée en profondeur avec les éléments basiques alcalins : potasse, soude, ou alcalino-terreux : chaux et magné-

(1) Pour l'étude des sols des régions tropicales, on peut consulter, en particulier, les travaux de Baeyens, Dietrich, Erhart, Hardy, Harrisson, Lacroix, Scaetta, Vageler.

sie. C'est par ces processus que les sols se forment dans les régions tropicales humides : entraînement de la potasse et de la soude, de la chaux et de la magnésie, de la silice et accumulation, absolue ou relative, des hydrates de fer et surtout d'alumine. Au début de cette attaque des roches, dans la formation des sols, la réaction du milieu est alcaline ou neutre, les microorganismes détruisant la matière organique — source d'acides humiques — dès son dépôt, si abondant soit-il : les hydrates de fer et d'alumine coagulés restent sur place, ne pouvant migrer. Dans une seconde phase, la réaction du milieu devient acide; les hydrates mis en dispersion peuvent migrer, rappelés en surface par l'évaporation.

L'essentiel des phénomènes latéritiques réside dans cette évolution, dite allitique, des alumino-silicates et des silicates. Les sols des régions tropicales humides seront donc caractérisés par leur pauvreté en tous éléments, entraînés en profondeur, même la silice, et leur enrichissement en hydrates de fer et d'alumine. Ces deux hydrates constituent avec l'oxyde de titane ce que l'on appelle les « éléments latéritiques ».

DIFFÉRENTS TYPES DE SOLS

Parmi les différents types de sols il faut distinguer ceux qui ont subi une forte évolution climatique sur place, de ceux qui ne sont que peu évolués, qu'ils soient d'origine récente ou qu'ils aient été récemment rajeunis par l'érosion.

I. — Sols évolués

Les sols évolués diffèrent les uns des autres par les conditions climatiques qui ont présidé à leur genèse.

1° *Les argiles rouges équatoriales* correspondent au climat équatorial très chaud, et toujours très humide. Elles subissent d'abord l'évolution allitique décrite ci-dessus, mais dans une deuxième phase les éléments ainsi formés, colloïdes de signes opposés : hydrates d'alumine et de fer d'une part, silice d'autre part, réagissent entre eux en donnant naissance à de l'argile de néoformation. Ces sols moins appauvris en éléments fertilisants que les sols latéritiques sont très profonds, mais moins perméables; ils ne sont jamais aussi riches en éléments latéritiques. Ils supportent, en général, la grande forêt vierge; ils peuvent être un peu podzolisés en surface.

2° *Les latérites* correspondent à un climat comportant, à côté d'une saison très pluvieuse, une saison sèche déjà nettement différenciée. Ces sols sont caractérisés par leur forte teneur en éléments latéritiques (> 50 %). Ils peuvent se former sous forêt sur toute roche-mère alumineuse, mais plus rapidement sur les syénites ou les gabbros, plus lentement sur les schistes micacés.

Ce sont des terres assez pauvres — parfois très pauvres — en éléments fertilisants et en humus, mais assez perméables. Leurs propriétés physiques très favorables aux cultures sont dues à ce que, dans ce type de sol, une partie des granules sableux ou limoneux sont agglomérés par des hydrates de fer ou d'alumine floculés et desséchés, formant ainsi des agrégats primaires plus grossiers : le pseudo-sable.

Lorsque la forêt sous laquelle se forme la latérite est défrichée et remplacée par la savane, parfois par des cultures, et si le climat comporte une période sèche nettement différenciée, l'horizon illuvial de ces sols s'enrichit en hydrates de fer et d'alumine qui, soumis à

une très forte évaporation, sont coagulés, desséchés et pectisés. Il y prend naissance, alors, une cuirasse latéritique, qui évolue en s'épaississant et en durcissant.

Si au contraire la pluviométrie est très forte, la phase d'hydrolyse acide s'accroît, les hydrates de fer et d'alumine sont entraînés de la surface plus en profondeur où ils s'accumulent. La latérite comporte alors des horizons superficiels podzolisés, de couleur assez claire. Ce sont les « terres grises ».

3° *Les terres latéritiques* correspondent à des sols soit moins évolués que précédemment, soit formés sous un climat un peu moins humide. L'évolution n'y a pas été suffisamment poussée pour que leur teneur en éléments latéritiques atteigne 50 %. Elles sont moins appauvries que les latérites proprement dites, mais beaucoup moins profondes que les argiles rouges équatoriales, tout en présentant parfois la même teneur en hydrates de fer et d'alumine. Par contre, ce sont des terres beaucoup plus perméables que ces dernières, car elles sont déjà enrichies en pseudo-sable. Elles sont toujours très pauvres en matières organiques.

Parfois ces terres latéritiques peuvent comporter en surface une carapace alumino-ferrugineuse, mais peu durcie. Ces terres latéritiques peuvent, en quelques cas, prendre une teinte noire sous l'action des phénomènes réducteurs qui s'y développent sous l'influence d'une nappe d'eau située à faible profondeur. La présence de cette nappe peut aussi retarder la décomposition de la matière organique qui, s'accumulant quelque peu, contribue à donner naissance à cette couleur foncée du sol.

4° *Les latéritites* forment un type particulier qui correspond aux sols latéritiques formés par alluvionnement d'éléments déjà latéritiques. Ils sont rarement très développés.

5° Dans les régions subtropicales, comme, par exemple, en Afrique entre la zone saharienne et le 16° degré de latitude nord, *les sols rouges steppiques* correspondent à un climat très chaud, mais beaucoup plus sec que précédemment. Du fait même de cette sécheresse climatique, la latéritisation ne peut se développer dans ces sols et est remplacée par le phénomène de rubéfaction ou de ferrugination, qui provoque aussi l'individualisation des hydrates — ou plus exactement des oxydes — de fer, mais non des hydrates d'alumine, et pas davantage l'élimination de la silice. La teneur de ces sols en alumine libre reste très faible. Ils ont subi une évolution siallitique et non allitique.

6° En de nombreux points des zones où règne la latérite, apparaissent, généralement en région montagneuse et sur des laves volcaniques, *des sols noirs* très riches en humus et qui sont souvent rapprochés des chernozems, quoiqu'ils ne paraissent pas en posséder tous les caractères et, en particulier, la structure grenue. Ce sont, en général, des sols fertiles.

7° Enfin dans les régions subtropicales de nos colonies, en particulier dans la zone sud de Madagascar, s'observent, le plus souvent sur de faibles étendues, quelques autres types de sols : sols steppiques tels que *chernozems*, *sols bruns et châtaîns subarides*, *sols gris subdésertiques*, *sols à carapace calcaire*, *sols salins*.

II. — Sols peu évolués

Les sols peu évolués ont des caractères qui dépendent essentiellement de ceux de leur roche-mère.

Ce fait est très net dans *les sols alluviaux* formés aux dépens d'alluvions fluviales, de ruissellement, ou éoliennes. Ce n'est que lorsqu'elles

sont très jeunes que ces formations ne manifestent pas l'évolution latéritique. Peu à peu, si le climat s'y prête, elles évoluent vers le type des terres rouges latéritiques, puis des latérites.

Formées sur des alluvions originellement riches en éléments nutritifs, ces terres peuvent être fertiles. Leurs propriétés physiques — perméabilité surtout — dépendent de la nature de leur roche-mère. Souvent une trop forte imperméabilité en diminue la valeur agronomique.

Les sols squelettiques sont dus à l'action de l'érosion qui les décape au fur et à mesure de leur formation. Aussi ces sols sont-ils très pauvres en matières organiques et très peu différents des roches elles-mêmes. Souvent riches du point de vue chimique, ces sols n'ont qu'une faible valeur agronomique. En général, ils sont très secs.

VALEUR AGRONOMIQUE DE CES DIFFÉRENTS SOLS

Du fait même des caractères de leur formation et de leur évolution, par élimination des bases alcalines et alcalino-terreuses, les latérites et les terres latéritiques sont chimiquement pauvres. La potasse, la magnésie, la chaux ont été entraînées. L'acide phosphorique a en partie migré, et en partie s'est insolubilisé sur place dans des complexes où entrent aussi les hydrates de fer et d'alumine, et où l'acide phosphorique n'est plus à la disposition des plantes. Aussi la valeur de ces sols au point de vue chimique dépend-elle de leur degré exact d'évolution. Les sols jeunes peuvent être encore assez riches. Ces divers types de sols sont pour la plupart très pauvres en matière organique. Même sous la grande forêt vierge, elle ne peut s'accumuler que là où une nappe d'eau presque en surface crée une zone marécageuse où la vie microbienne est très réduite. La matière organique est produite en grande abondance par la forêt, mais la vie microbienne y est tellement intense — avec des races microbiennes adaptées aux très hautes températures de ces régions — que la matière organique est aussitôt décomposée que déposée sur le sol. Aussi ces terres sont-elles pauvres en matière organique et généralement en azote.

Par ailleurs, ce caractère de pauvreté humique s'exagère sous l'influence de l'érosion qui arrache le peu de matière organique qui pouvait avoir subsisté en surface.

Malgré cette pauvreté chimique assez générale des terres du type latéritique, elles présentent souvent, au moins lorsque les phénomènes de latéritisation ne sont pas trop accentués, une réelle fertilité. En effet, sous les climats tropicaux humides, l'altération des éléments minéraux est si rapide qu'il peut suffire de quelques grains de silicates ou d'alumino-silicates dans le sol pour lui fournir les éléments nécessaires à la végétation, à condition que la circulation de l'eau y soit aisée, que sa perméabilité soit élevée. Par ailleurs, le peu d'éléments fertilisants existant dans le sol, même sous forme insoluble, peut être rendu utilisable dans les mêmes conditions. Ainsi dans ces régions le facteur le plus important de la fertilité du sol est sa constitution physique caractérisée par sa texture, sa structure, sa porosité, sa perméabilité. Si ces caractères sont favorables au développement des plantes, il suffit pour que le sol soit fertile que l'évolution latéritique ne soit pas tellement accentuée que tous les débris minéraux en aient été totalement décomposés — à condition que la roche-mère ne soit pas, par elle-même, stérile — et qu'il y subsiste quelques éléments fertilisants, au moins sous forme insoluble.

Il semble d'ailleurs que, dans certains cas, des éléments minéraux apportés de loin par le vent puissent être arrêtés par la végétation, puis intégrés au sol dont ils contribuent à augmenter la fertilité en régénérant son complexe absorbant.

DANGERS QUI MENACENT CES SOLS

De ces caractères des sols des régions tropicales et subtropicales découlent un certain nombre de dangers qui les menacent : dangers naturels ou dus à l'homme.

A. — Dangers naturels

L'accélération de la latéritisation est un danger capital, surtout dans les régions où le climat comporte une saison sèche très nette. En effet, lorsqu'après la phase d'hydrolyse alcaline, pendant laquelle le sol est peu à peu privé de tous ses éléments basiques alcalins ou alcalino-terreux, prend place dans le sol une phase d'hydrolyse acide, les hydrates de fer et d'alumine peuvent remonter en surface pendant les périodes sèches. Ces hydrates sont coagulés en surface par la dessiccation, et même de façon irréversible : ils sont pectisés. Alors la carapace commence à se former. Peu à peu elle occupe toute la surface et se durcit. Souvent elle se recouvre d'un petit gravillon latéritique dont la présence n'en augmente pas la fertilité. Il n'est plus alors que quelques graminées pyrophyllles qui puissent s'adapter à de pareilles conditions écologiques. Même si la carapace ne se forme pas, soit du fait d'un climat trop humide, soit du fait de la persistance du recouvrement forestier, la latéritisation excessive est un danger qui menace ces sols. En effet, elle correspond à une attaque complète de tous les minéraux et à une élimination totale des éléments utilisables par les plantes. Elle conduit donc, à son extrême, à une stérilité absolue du sol.

L'érosion est aussi un danger pour ces sols. Ils manquent en effet de matières organiques et l'érosion en arrache tout ce qui peut en subsister, y détruisant en même temps la vie microbienne. Par ailleurs, du point de vue minéral, une érosion modérée est profitable puisqu'elle enlève au sol ses horizons supérieurs très appauvris du fait de leur évolution et fait rentrer dans cette évolution des nouvelles couches de la roche-mère. Ceci n'est vrai que lorsque l'évolution latéritique n'est pas trop accentuée et que le sol ne comporte pas, en profondeur, une cuirasse, au moins en formation. Sinon l'érosion la fait apparaître en surface où, non protégée contre l'action excessive des radiations solaires, elle s'épaissit, se généralise, puis durcit par dessiccation, recouvrant le sol d'un manteau quasi imperméable et à peu près stérile.

B. — Dangers dus à l'homme

Les pratiques humaines néfastes pour ces sols sont au moins de trois types. Elles constituent un danger, parce qu'elles provoquent l'accentuation de l'un ou l'autre des dangers naturels précédents :

1° *La déforestation* peut être néfaste parce qu'elle fait disparaître le micro-climat plus humide créé par la forêt et qui empêche l'évaporation en surface, donc la remontée des hydrates de fer et d'alumine et leur dessiccation ; par ailleurs, sous forêt la perte d'eau du sol se fait non en surface par l'évaporation, mais en profondeur par l'absorption par les racines des arbres et sur toute l'épaisseur du sol

occupé par ces racines; la matière organique si abondante déposée sur le sol par la forêt y laisse, au cours de sa décomposition, une masse minérale abondante puisée en profondeur par les racines et ainsi ramenée en surface. Enfin, la forêt sert d'écran protecteur pour le sol contre les radiations solaires et contre une évaporation et une dessiccation excessives. Ainsi, suivant ces différents modes, la forêt retarde la latéritisation, au moins la formation de la carapace. En outre, la forêt protège le sol contre l'érosion. Sa disparition risque donc d'être très néfaste au sol, à moins que la végétation qui la remplace, culture ou végétation naturelle, puisse remplir, au moins en partie, son rôle de protection vis-à-vis du sol. Elle ne pourra, cependant, jamais lui fournir la même quantité de matière organique.

2° *Les feux de brousse* sont nuisibles, parce qu'ils détruisent totalement la couverture du sol et sa matière organique et le laissent sans défense contre l'érosion; peu à peu apparaîtra en surface l'horizon illuvial plus ou moins concrétionné. Ils le laissent aussi sans défense contre l'action exagérée de l'atmosphère, des rayons solaires, ce qui provoque une augmentation de la dessiccation du sol, d'où la transformation rapide en cuirasse durcie de cet horizon illuvial. Par ailleurs, le feu de brousse favorise, par lui-même, cette dessiccation du sol en provoquant une cuisson des colloïdes; le sol résiste alors moins bien à l'érosion. Enfin, il détruit la vie microbienne du sol, si indispensable pour son développement.

Il est certain que tous les types de sol ne sont pas aussi sensibles au danger que représentent les feux de brousse; cela dépend essentiellement du climat qui règne dans la région étudiée. Dans les zones à climat toujours humide, la végétation reprendra rapidement par-dessus la brousse brûlée et le sol n'aura pas le temps de se détériorer. Au contraire, dans les zones présentant une saison sèche très accusée, zones où le sol a déjà tendance à comporter une cuirasse, le feu de brousse sera très néfaste.

3° *L'agriculture mal conduite* est aussi néfaste pour ces sols. En effet, elle les livre sans défense, sans couverture, à l'action de l'érosion et à l'action desséchante des rayons solaires. Elle retire du sol par chaque récolte des masses importantes d'éléments minéraux qui ne lui sont pas toujours restitués sous forme d'engrais et provoque une destruction très rapide de la matière organique. Enfin, par l'emploi inconsidéré d'engrais généralement acidifiants, elle accélère l'évolution latéritique du sol en raccourcissant la phase d'hydrolyse alcaline et en avançant la phase d'hydrolyse acide. Ainsi elle ne peut qu'appauvrir le sol et peu à peu le stériliser.

REMÈDES POSSIBLES

Nous ne sommes pas sans défense contre ces divers dangers qui menacent les sols des régions tropicales et subtropicales de notre Empire. Le premier point consiste à éviter les pratiques dangereuses. La déforestation ne doit être autorisée que là où une végétation suffisante pourra remplacer la forêt abattue, ou là où elle sera nécessitée par la mise en culture, étant bien entendu que celle-ci ne doit être entreprise que dans des conditions satisfaisantes. Elle ne doit donc pas être permise, en particulier, lorsque le danger d'érosion est trop grand : pentes trop fortes, etc.

Les feux de brousse peuvent être utiles pour favoriser le développement du fourrage nécessaire pour la nourriture du bétail. Ils doivent

être réglementés pour n'être autorisés qu'en certaines zones où il sera à peu près certain que la repousse de la végétation sera suffisante, et seulement à certaines époques par rapport à la saison des pluies, pour favoriser au maximum cette repousse.

La culture doit être conduite de façon à éviter les écueils que nous venons de signaler. En particulier, il semble que le sol puisse être régénéré, dans ces régions tropicales humides, par des amendements minéraux, consistant en l'apport, non plus seulement de chaux comme dans les régions tempérées, mais de roches éruptives un peu altérées et broyées, dont les minéraux, en s'altérant, fournissent les éléments d'un nouveau complexe absorbant.

Les amendements organiques sont aussi particulièrement intéressants à utiliser dans ces sols sous leurs différentes formes : fumier, fumier artificiel ou mixte, composts, engrais verts. Il y a ainsi apport au sol à la fois d'éléments minéraux et de matières organiques. Il y a donc enrichissement, retard de la latéritisation, amélioration de la structure, avec toutes les conséquences que cela comporte, et développement de la vie microbienne. Une culture bien conduite doit permettre de lutter contre l'épuisement minéral du sol : apport d'engrais pour compenser les prélèvements faits au sol par les récoltes ; mobilisation de l'acide phosphorique total, engagé dans des complexes aluminoferriques, par apport de matières humiques ou d'acides humiques qui viennent prendre, dans ces complexes, la place de l'acide phosphorique ainsi mis à la disposition des plantes ; rotation des cultures et utilisation des légumineuses, etc.

Dans l'intérêt même des cultures, il est nécessaire de prévoir un certain équilibre entre celles-ci et l'élevage qui permettra d'obtenir le fumier indispensable pour le maintien d'une certaine teneur en humus dans les sols. Dans le même but, là où l'humidité climatique le permet, il faut prévoir de période en période le retour des champs à l'état boisé : le bois devient alors un type de jachère agricole.

Une culture bien conduite doit aussi permettre de lutter contre l'érosion : reforestation ou mise en prairie des pentes trop fortes ; utilisation au maximum des amendements organiques, en particulier des engrais verts, qui, améliorant la structure du sol, lui permettent de mieux résister à l'érosion ; maintien du sol toujours couvert, ce qui permet aussi d'en diminuer la dessiccation ; cultures pratiquées en bandes de niveau en faisant alterner, surtout sur les champs en pente, celles qui recouvrent le sol au maximum et celles qui le laissent nu, au moins pendant une partie de leur développement ; labours pratiqués suivant les lignes de niveau, et non suivant la pente ; petits terrassements réalisés artificiellement ou naturellement au moyen de haies vives qui arrêtent les éléments ruisselants ; plantations de haies brise-vent, etc.

Dans cette lutte contre l'érosion, les seules pratiques culturales peuvent ne pas suffire et il est généralement nécessaire d'exécuter en même temps certains travaux qui relèvent de l'art de l'ingénieur : murettes suivant les lignes de niveau, barrages dans les ravins, régularisation du lit des cours d'eau, etc.

PROSPECTION ET ÉTUDES

La prospection de ces régions doit avoir pour but à la fois de préciser les types de sols que l'on peut y observer et leur répartition, et étudier leur vocation culturale, de façon à pouvoir ultérieurement délimiter des zones adaptées à chacune des principales cultures que l'on

peut y pratiquer et en même temps de définir les dangers qui les menacent, permettant ainsi de créer de véritables périmètres de défense où serait organisée une lutte totale et efficace pour les en protéger.

Elle ne peut être faite que par des équipes spécialisées de pédologues assistés, le cas échéant, par quelques botanistes et géologues.

Cette prospection même à une échelle telle que le 1/3.000.000 est une œuvre de longue haleine; aussi doit-elle être entreprise dès que les circonstances le permettront, même si pendant son exécution l'on est amené à en modifier quelque peu les bases, quitte à revenir ensuite sur certaines régions prospectées au début.

Il est nécessaire que soit conduite en même temps une prospection de détail dans des régions qui auront été, dès l'abord, reconnues comme particulièrement intéressantes au point de vue cultural ou plus spécialement en danger du fait de l'érosion ou d'une tendance trop poussée à la latéritisation. Ce second type de prospection devra être exécuté à une échelle suffisamment fine (1/20.000 ou 1/50.000), de façon à permettre, dans le premier cas, la mise en valeur immédiate de la zone étudiée, dans le second cas l'application des mesures nécessaires de défense du sol. Ces premiers périmètres ainsi définis pourront servir de lieux d'expériences pour rechercher les meilleures variétés à cultiver sur chaque type de sol, mettre au point les meilleurs moyens de défense du sol adaptés à chaque cas, et étudier en détail les caractères de chaque type de sol et son évolution.

Ces recherches nécessitent, en dehors des observations faites sur le terrain, des études très poussées. Une grande partie peut en être exécutée dans des laboratoires installés dans les colonies elles-mêmes : analyse mécanique et chimique, déterminations physiques telles que celles permettant de caractériser les propriétés du sol vis-à-vis de l'eau, détermination du pH et des différentes formes d'acidité du sol, même étude en plaques minces du sol et de sa roche-mère, ou étude minéralogique des fractions sableuses des différents horizons.

Au contraire, certaines déterminations particulières nécessitent un appareillage ou des méthodes complexes et délicates : analyse thermique, analyse aux rayons X, etc. Elles ne peuvent être effectuées utilement que dans des laboratoires de la métropole. Il y serait alors poursuivi l'étude complète des grands types de sols définis par la prospection et les premières études de laboratoire faites à la colonie, ainsi que les recherches particulières nécessitées par la résolution de problèmes plus délicats.

ORGANISATION SCHÉMATIQUE D'UN SERVICE PÉDOLOGIQUE

L'on en arrive ainsi à concevoir un service pédologique colonial articulé en deux échelons :

1° Un échelon local, pour ainsi dire, constitué par des équipes de pédologues, assistés de chimistes et d'aides techniques indigènes, ainsi que de quelques spécialistes botanistes et géologues qui peuvent n'être que des chargés de mission.

Il aurait pour tâche la prospection générale et détaillée des sols de la France d'outre-mer et l'organisation de la défense et de la conservation du sol par la création aussi rapide que possible de périmètres de mise en valeur et de périmètres de défense des sols.

Il s'appuierait sur des laboratoires organisés dans la colonie, suffisamment outillés et pourvus de champs d'essais qui peuvent être assez

réduits, mais comportant essentiellement des cases lysimétriques et lysimètres composés et une station d'observations climatologiques.

Ce service devrait être en liaison constante et collaborer efficacement avec les services agronomiques locaux.

Il pourrait être subdivisé en cinq branches : Afrique du Nord, Afrique Occidentale, Afrique Equatoriale, Madagascar et dépendances, Indochine.

2° Un service central, comportant des spécialistes pouvant utiliser des méthodes plus complexes ou nécessitant un appareillage délicat. Il serait chargé aussi de mettre au point les méthodes d'études nécessaires et d'effectuer certaines recherches de longue haleine sur les propriétés générales des principaux types de sols et de constituer un fichier bibliographique et une collection d'échantillons de sols.

Ce service central, collaborant avec les services agricoles coloniaux, devrait surtout être en liaison très étroite avec le service central de pédologie métropolitaine. Ces deux services pourraient ne constituer que deux sections d'un même organisme central.

Enfin, ce service pédologique colonial pourrait faire appel à certains moments à des botanistes, géologues ou minéralogistes métropolitains ou coloniaux chargés de missions temporaires.

L'existence de ce service de pédologie coloniale n'excluerait pas la présence de quelques autres laboratoires pédologiques spécialisés et dépendant soit de l'administration : Eaux et Forêts Coloniales, Mines Coloniales, soit des grands Instituts Professionnels Coloniaux.

Il nous paraît cependant nécessaire de prévoir, dès le début, une liaison technique effective entre ces différents services de pédologie coloniale, peut-être sous la forme d'un Comité de direction technique composé des chefs des principaux de ces services. Cela est essentiel dans le cas d'une science aussi jeune que la pédologie. Sinon le travail risquerait d'être exécuté en ordre trop dispersé et de façon trop disparate, et les résultats obtenus par les uns pourraient ne pas être utilisables par les autres. Il reste bien entendu que les directives communes ainsi données devront laisser à chacun une grande liberté de travail, indispensable pour toute recherche scientifique.

